

ser
Protagonista

Química

3

ENSINO
MÉDIO

QUÍMICA
3º ANO

MOSTRA
PARA DIVULGAÇÃO

Organizadora:
Edições SM

Obra coletiva concebida,
desenvolvida e produzida
por Edições SM.

Editora responsável:

Lia Monguilhott Bezerra

Julio Cezar Foschini Lisboa

Aline Thaís Bruni

Ana Luiza Petillo Nery

André Amaral Gonçalves Bianco

Henrique Rodrigues

Kátia Santina

Rodrigo Marchiori Liegel

Vera Lúcia Mitiko Aoki



ser
Protagonista

Química

3

**ENSINO
MÉDIO**

**QUÍMICA
3º ANO**

Organizadora:

Edições SM

Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM.

Editora responsável:

Lia Monguilhott Bezerra

- Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP).
- Mestra em Ciências, área de concentração Botânica, pela USP.
- Editora de livros didáticos.

Julio Cezar Foschini Lisboa

- Licenciado em Química pela USP. Mestre em Ensino de Ciências – Química pela USP.
- Professor no Ensino Superior.

Aline Thaís Bruni

- Bacharela em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).
- Mestra em Química e Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp-SP).
- Professora no Ensino Superior.

Ana Luiza Petillo Nery

- Bacharela e Licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (USP).
- Doutora em Ciências pela USP.
- Professora no Ensino Médio.

André Amaral Gonçalves Bianco

- Bacharel e Licenciado em Química pela USP.
- Doutor em Ciências, área de concentração Bioquímica pela USP.
- Professor no Ensino Superior.

Henrique Rodrigues

- Bacharel em Química pela USP.
- Professor no Ensino Médio.

Kátia Santana

- Bacharela e Licenciada em Química pela USP.
- Mestra em Ciências no programa Geociências (Geoquímica e Geotectônica) pela USP.
- Elaboradora de materiais didáticos.

Rodrigo Marchiori Liegel

- Bacharel e Licenciado em Química pela USP.
- Mestre e Doutor em Química Inorgânica pela USP.
- Professor no Ensino Médio.

Vera Lúcia Mitiko Aoki

- Bacharela e Licenciada em Química pela USP.
- Professora no Ensino Médio.

3ª edição
São Paulo
2016



Ser protagonista – Química – 3

© Edições SM Ltda.

Todos os direitos reservados

Direção editorial	Juliane Matsubara Barroso
Gerência editorial	Roberta Lombardi Martins
Gerência de design e produção	Marisa Iniesta Martin
Edição executiva	Lia Monguilhott Bezerra Edição: Sérgio Paulo Nunes Teixeira Braga, Juliana Rodrigues Ferreira de Souza, Jennifer Amanda Zsürger Nagy, Isabella Italiano Lopes, Renata Amélia Bueno, Dino Santesso Gabrielli Colaboração técnico-pedagógica: Evandro Rozentalsky
Coordenação de controle editorial	Flavia Casellato Suporte editorial: Alzira Bertholim, Camila Cunha, Giselle Marangon, Mônica Rocha, Talita Vieira, Silvana Siqueira, Fernanda D'Angelo
Coordenação de revisão	Cláudia Rodrigues do Espírito Santo Preparação e revisão: Angélica Lau P. Soares, Berenice Baeder, Eliana Vila Nova de Souza, Eliane Santoro, Fátima Cezare Pasculli, Helena Alves Costa, Izilda de Oliveira Pereira, Lourdes Chaves Ferreira, Maurício Tavares, Sandra Regina Fernandes, Marco Aurélio Feltran (apoio de equipe)
Coordenação de design	Rafael Vianna Leal Apoio: Didier Dias de Moraes Design: Leika Yatsunami, Tiago Stéfano
Coordenação de arte	Ulisses Pires Edição executiva de arte: Melissa Steiner Edição de arte: Fernando Fernandes, Vivian Dumelle
Coordenação de iconografia	Josiane Laurentino Pesquisa iconográfica: Bianca Fanelli, Susan Eiko, Thaisi Lima Tratamento de imagem: Marcelo Casaro
Capa	Didier Dias de Moraes, Rafael Vianna Leal
Imagem de capa	Staras e Popov Nikolay/Shutterstock.com/ID/BR
Projeto gráfico	cldt
Editoração eletrônica	AM Produções Gráficas Ltda
Ilustrações	AMj Studio, AM Produções Gráficas, João Miguel A. Moreira
Fabricação	Alexander Maeda
Impressão	

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Lisboa, Julio Cezar Foschini
Ser protagonista : química, 3º ano : ensino médio / Julio Cezar Foschini Lisboa ... [et al.] ; organizadora Edições SM ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM ; editora responsável Lia Monguilhott Bezerra. – 3. ed. – São Paulo : Edições SM, 2016. – (Coleção ser protagonista)

Outros autores: Aline Thais Bruni, Ana Luiza Petillo Nery, André Amaral Gonçalves Bianco, Henrique Rodrigues, Kátia Santina, Rodrigo Marchiori Liegel, Vera Lúcia Mitiko Aoki
Suplementado pelo manual do professor.
Bibliografia.

ISBN 978-85-418-1393-8 (aluno)
ISBN 978-85-418-1394-5 (professor)

1. Química (Ensino médio) I. Lisboa, Julio Cezar Foschini. II. Bruni, Aline Thais. III. Nery, Ana Luiza Petillo. IV. Bianco, André Amaral Gonçalves. V. Rodrigues, Henrique. VI. Santina, Kátia. VII. Liegel, Rodrigo Marchiori. VIII. Aoki, Vera Lúcia Mitiko. IX. Bezerra, Lia Monguilhott. X. Série.

16-02706

CDD-540.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Química : Ensino médio 540.7

3ª edição, 2016



Edições SM Ltda.

Rua Tenente Lycurgo Lopes da Cruz, 55
Água Branca 05036-120 São Paulo SP Brasil
Tel. 11 2111-7400
edicoessm@grupo-sm.com
www.edicoessm.com.br

Apresentação

Esta obra desafia e convida você a exercer papel central em seus estudos, a assumir responsabilidades com a sua comunidade e a refletir sobre questões de valores em uma sociedade em constante transformação.

Esperamos que cada unidade estudada seja um estímulo para você estabelecer relações entre os conhecimentos químicos e as situações do cotidiano. Esse convite é feito a todo momento: nas aberturas de unidades e capítulos, nas atividades experimentais e nas leituras, que envolvem ciência, tecnologia e sociedade.

Com este livro, você terá elementos para, em grupo ou individualmente, posicionar-se criticamente ante os impactos que a tecnologia e as atividades industriais impõem ao meio ambiente e analisar, com base nos conceitos desenvolvidos, os meios para minimizar esses impactos.

A cada capítulo, você vai descobrir a importância da Química e de outras ciências para a compreensão do mundo em que vivemos. E, sobretudo, vai ampliar seu conhecimento para que, com outros estudantes e profissionais, e no pleno exercício da cidadania, colabore de forma efetiva em questões que afetam a sua vida, a de seus parentes e amigos, e a de muitas outras pessoas à sua volta.

Equipe editorial

Boxes

SAIBA MAIS

Ácidos graxos e gorduras
Os ácidos graxos não ocorrem de forma livre nas células ou tecidos. Eles estão ligados covalentemente a diferentes classes de lipídios. Os lipídios são substâncias oleosas ou gordurosas e, juntamente

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Os corantes e a anilina
O [ser humano] utiliza as cores há mais de 20 mil anos. O primeiro corante a ser conhecido pela humanidade foi o Negro-de-Fumo [...]. Por volta de 3 000 a.C., foram pro-

Você se lembra?

Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos na Camada de Valência (RPECV)
Esse modelo foi desenvolvido com o objetivo de prever a geometria da molécula por meio de

O texto principal é complementado por boxes que ampliam ou contextualizam o conteúdo.

QUÍMICA E BIOLOGIA

DNA: a molécula da vida é quiral
O ácido desossirribonucleico, conhecido pela sigla DNA, é considerado como a "molécula da vida". Essa estrutura é composta de sequências de aminoácidos de diversos tipos.

AÇÃO E CIDADANIA

A emissão de gases na atmosfera
O efeito estufa é um processo natural que ocorre quando uma parte da radiação solar refletida pela superfície da Terra é absor-

EXERCÍCIO RESOLVIDO

14. O cabelo é um polímero natural que contém em sua estrutura química átomos de enxofre. Pesquise como é feito o alissamento de cabelos e discuta o papel dos átomos de enxofre no formato do cabelo.
Solução
A principal proteína presente no cabelo é a que-

zer que grupos -SH, formados na quebra das pontes, se liguem novamente para a formação de novas pontes S-S. Esse é o princípio aplicado ao alissamento de cabelos: um produto químico redutor é aplicado ao cabelo, que perde a forma devido à quebra das pontes dissulfeto. O cabelo é, então, moldado na forma desejada.

Atividades

Atividades

1. Observe atentamente a imagem e responda:
a) Qual é o nome do fenômeno que ocorre quando a água muda de estado físico?
b) Qual é o nome do fenômeno que ocorre quando a água muda de estado físico?
c) Qual é o nome do fenômeno que ocorre quando a água muda de estado físico?

Questões globais

1. Qual das moléculas orgânicas a seguir é considerada um gás de efeito estufa?
a) CO2
b) H2O
c) CH4
d) N2

Vestibular e Enem

1. O gás metano (CH4) é considerado um gás de efeito estufa. Qual é a fórmula estrutural do metano?
a) C
b) CH4
c) CH3
d) CH2

Questões globais

Ao final das unidades, há um conjunto de atividades que integram os assuntos dos capítulos.

Vestibular e Enem

Uma seleção de questões de vestibulares do país e do Enem para você se familiarizar com os exames de ingresso ao Ensino Superior.

Aqui, são apresentadas algumas indicações de sites, livros ou filmes para você continuar explorando o assunto.

Ao longo dos capítulos há questões sobre tópicos estudados.

Seções especiais

Química tem história

Discute o contexto em que algumas das ideias científicas foram construídas e propõe questões que estimulam a discussão e a reflexão.

Química tem história

A descoberta da isomeria
A descoberta da isomeria ocorreu em 1825, quando o químico britânico John Dalton descobriu que o gás carbônico produzido por diferentes processos químicos possuía a mesma composição elementar, mas diferentes propriedades físicas e químicas.

Química e Física

Luz e moléculas orgânicas
A luz é uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo com velocidade constante. Ela é composta por fótons, que são partículas elementares que transportam a energia da luz.

Ciência, tecnologia e sociedade

Uso da creatina entre os atletas traz benefícios e reduz o risco muscular
A creatina é um composto orgânico que ocorre naturalmente no corpo humano. Ela é utilizada pelo corpo para produzir energia durante a contração muscular. O uso de suplementos de creatina é comum entre atletas para melhorar o desempenho.

Interação da luz com moléculas orgânicas

A interação da luz com moléculas orgânicas ocorre através da absorção de energia. Quando a luz incide sobre uma molécula, ela pode ser absorvida, refletida ou transmitida. A absorção de energia pode levar à excitação de elétrons e à formação de radicais livres.

PARA SABER MAIS

1. A creatina é considerada a segunda mais abundante em termos de quantidade no corpo humano. Ela é produzida no fígado e armazenada nos músculos.

Ciência, tecnologia e sociedade

Apresenta um texto de circulação social e questões que estimulam a reflexão e o posicionamento sobre assuntos relacionados ao tema do capítulo.

Atividade experimental

Experimentos, observações, construção de modelos, entre outras, são algumas das atividades que contribuem para entender como a ciência é feita.

Atividade experimental

Isomeria óptica do ácido láctico

Objetivo
Analisar a atividade óptica do ácido láctico.

Material
• Solução de ácido láctico
• Tubos de ensaio
• Placa de vidro

Procedimento
1. Preparar a solução de ácido láctico.
2. Medir a atividade óptica da solução.
3. Registrar os resultados.

Projeto

Dois projetos propõem a realização de atividades que envolvem a comunidade escolar em busca de um bem coletivo.

Projeto 1

Combustível sob controle

Materiais necessários: característicos, armazenagem e utilização

O que você irá fazer
1. Realizar a síntese do combustível.
2. Caracterizar o combustível.
3. Armazenar o combustível.

Questões
1. Qual é a fórmula química do combustível?
2. Como é feito o armazenamento do combustível?

Sumário

Unidade 1	O carbono e seus compostos	8
Capítulo 1	Carbono e cadeias carbônicas	10
	Introdução à Química Orgânica	11
	O carbono e as ligações covalentes	13
	Carbono e cadeias carbônicas	18
	● Atividades	21
	Algumas características dos compostos orgânicos	22
	● Atividades	24
	● Atividade experimental	25
	● Questões globais	26
	● Ciência, tecnologia e sociedade	27
	● Vestibular e Enem	28
	● Química e Língua Portuguesa	30
Capítulo 2	Isomeria: compostos diferentes, mesma composição	32
	Isomeria plana	33
	Isomeria <i>cis-trans</i> ou geométrica	37
	● Atividades	39
	● Atividade experimental	40
	● Química tem história	41
	● Questões globais	42
	● Ciência, tecnologia e sociedade	44
	● Vestibular e Enem	45
Unidade 2	Funções orgânicas: características gerais e nomenclatura	48
Capítulo 3	Hidrocarbonetos	50
	Funções orgânicas e nomenclatura Iupac	51
	Compostos da função hidrocarboneto	52
	Radicais e grupos orgânicos substituintes	57
	● Atividades	60
	Hidrocarbonetos ramificados	61
	● Atividades	65
	Petróleo: fonte de hidrocarbonetos	66
	Carvão mineral: fonte de hidrocarbonetos aromáticos	70
	● Atividades	71
	● Atividade experimental	72
	● Questões globais	73
	● Ciência, tecnologia e sociedade	74
	● Vestibular e Enem	75
Capítulo 4	Funções oxigenadas	78
	Alcoóis e enóis	79
	Fenóis	83
	● Atividades	84
	Éteres	85
	Aldeídos e cetonas	86
	● Atividades	88
	Ácidos carboxílicos	89
	● Atividades	94
	Ésteres	95
	● Atividades	97
	● Atividade experimental	98
	● Questões globais	99
	● Ciência, tecnologia e sociedade	100
	● Vestibular e Enem	101
Capítulo 5	Funções nitrogenadas	104
	Aminas	105
	● Atividades	109
	Amidas	110
	● Atividades	113
	Nitrilas, isonitrilas e nitrocompostos	114
	● Atividades	117
	● Atividade experimental	118
	● Questões globais	119
	● Ciência, tecnologia e sociedade	120
	● Vestibular e Enem	121
	● Química e Física	124
Capítulo 6	Funções halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos	126
	Haleto orgânicos	127
	● Atividades	129
	Ácidos sulfônicos, tiocompostos e compostos organometálicos	130
	● Atividades	133
	● Atividade experimental	134
	● Questões globais	135
	● Ciência, tecnologia e sociedade	136
	● Vestibular e Enem	137
Capítulo 7	Compostos com mais de um grupo funcional	138
	Reconhecimento e nomenclatura de compostos com mais de um grupo funcional	139
	● Atividades	141
	● Atividade experimental	142
	● Química tem história	143
	● Questões globais	144
	● Ciência, tecnologia e sociedade	145
	● Vestibular e Enem	146

Capítulo 8	Funções orgânicas e isomeria óptica	148
	Isomeria óptica	149
	● Atividades	152
	● Atividades	154
	● Atividade experimental	155
	● Questões globais	156
	● Ciência, tecnologia e sociedade	157
	● Vestibular e Enem	158
● Projeto 1:	Combustão sob controle – Materiais combustíveis: características, armazenagem e utilização	160

Unidade 3 Reações orgânicas **162**

Capítulo 9	Reações envolvendo hidrocarbonetos	164
	Reações de alcanos	165
	Reações de alcenos	167
	● Atividades	172
	Reações de alcinos	173
	Reações de dienos	175
	● Atividades	176
	Reações de cicloalcanos	177
	● Atividades	179
	Reações de cicloalcenos	180
	Reações de hidrocarbonetos aromáticos	181
	● Atividades	183
	● Atividade experimental	184
	● Questões globais	185
	● Ciência, tecnologia e sociedade	187
	● Vestibular e Enem	188

Capítulo 10 Reações envolvendo funções oxigenadas **192**

	Obtenção e reações de alcoóis	193
	Obtenção e reações de éteres	196
	● Atividades	197
	Obtenção e reações de aldeídos e cetonas	198
	● Atividades	200
	Obtenção e reações de ácidos carboxílicos	201
	● Atividades	205
	Obtenção e reações de ésteres	206
	● Atividades	213
	● Atividade experimental	214
	● Química tem história	215
	● Questões globais	216
	● Ciência, tecnologia e sociedade	218
	● Vestibular e Enem	219

Capítulo 11 Reações envolvendo funções nitrogenadas, halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos **222**

	Obtenção, propriedades e reações de aminas	221
	● Atividades	225
	Obtenção, propriedades e reações de amidas	226
	● Atividades	228
	Obtenção, propriedades e reações de aminoácidos e nitrocompostos	229
	● Atividades	232
	Obtenção, propriedades e reações de compostos halogenados, sulfurados e organometálicos	233
	● Atividades	236
	● Atividade experimental	237
	● Questões globais	238
	● Ciência, tecnologia e sociedade	240
	● Vestibular e Enem	241
	● Química e Biologia	244

Unidade 4 Polímeros **246**

Capítulo 12 Polímeros naturais e sintéticos **248**

	Monômeros e polímeros	249
	Tipos de polímeros	251
	● Atividades	254
	Carboidratos	255
	● Atividades	260
	Proteínas	261
	● Atividades	262
	● Atividade experimental	263
	● Química tem história	264
	● Questões globais	265
	● Ciência, tecnologia e sociedade	266
	● Vestibular e Enem	267

Capítulo 13 O ser humano e o meio ambiente **270**

	Polímeros, ambiente, políticas públicas e cidadania	271
	● Atividades	276
	● Atividade experimental	277
	● Questões globais	278
	● Ciência, tecnologia e sociedade	280
	● Vestibular e Enem	281
	● Química e História	283

● Projeto 2:	Plásticos – Consumo consciente, uso, reciclagem e reaproveitamento	285
● Referências bibliográficas		288
● Siglas dos exames e das universidades		288

1

O carbono e seus compostos

NESTA UNIDADE

- 1 Carbono e cadeias carbônicas
- 2 Isomeria: compostos diferentes, mesma composição

A palavra “orgânico” está cada vez mais presente em nosso dia a dia. Os produtos orgânicos foram além dos alimentos e hoje podemos encontrar até roupas produzidas a partir de algodão orgânico. Mas o que exatamente significa essa informação? Por que esse tipo de produto é chamado assim?

A Química Orgânica é uma área da Química que estuda os compostos de carbono, como os derivados de petróleo, ácidos orgânicos, açúcares, macromoléculas, entre outros.

Nesta unidade, serão iniciados os estudos sobre a matéria orgânica, abordando sua história, sua evolução, suas principais características e aplicações.

Trata-se, basicamente, do estudo dos compostos de um elemento bastante conhecido de todos nós — o carbono.

QUESTÕES PARA REFLETIR

1. Em alguns supermercados é possível encontrar alimentos chamados “orgânicos”. Seria correto considerar alimentos não classificados dessa maneira de “inorgânicos”?
2. O fato de um composto ser feito de carbono, faz com que este seja considerado facilmente degradável?

Imagem da página ao lado:

Algodão orgânico colorido desenvolvido pela Embrapa. Campina Grande (PB). Foto de 2014. Em destaque, camiseta produzida com algodão orgânico.



AMOSTRA
PARA DIVULGAÇÃO

Carbono e cadeias carbônicas

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Introdução à Química Orgânica.

O carbono e as ligações covalentes.

Carbono e cadeias carbônicas.

Algumas características dos compostos orgânicos.



Christian Knepper/Opção Brasil

Plantação de algodão no Tocantins. Foto de 2015.

Usualmente o termo orgânico vem sendo utilizado para designar sistemas sustentáveis de agricultura que não permitem o uso de produtos químicos sintéticos prejudiciais para a saúde humana e para o meio ambiente. Entretanto, a química orgânica estuda os compostos que contêm átomos de carbono em sua constituição. Logo, para os químicos, todo algodão é orgânico, pois, assim como outras fibras vegetais, o algodão consiste em 90% de celulose, que é um polímero de glicose (várias moléculas de glicose unidas). Muitas das características que fazem do algodão um tecido tão desejável se devem à estrutura desse polímero.

Assim como no algodão, o carbono está presente nos alimentos, nos combustíveis, em medicamentos, nos plásticos e em diversos outros materiais. Mais de 95% de todas as substâncias conhecidas contêm carbono em sua constituição.

O que torna o carbono um elemento tão versátil a ponto de fazer parte de uma imensa variedade de produtos naturais e industrializados? Por que nos organismos animais e vegetais encontramos tantas substâncias que possuem átomos de carbono em sua constituição? Por que o número de substâncias que contêm átomos de carbono é maior que o número das que não contêm?

Introdução à Química Orgânica

O termo “orgânico” foi inicialmente associado a substâncias originadas de organismos animais ou vegetais. Com exceção da água, que constitui aproximadamente 70% (m/m) desses organismos, a quase totalidade dos demais compostos a eles associados contém átomos de carbono.

A Química Orgânica é entendida, hoje, como a parte da Química que estuda os compostos de carbono. Entretanto, há substâncias que apresentam átomos de carbono e que são estudadas principalmente pela Química Inorgânica, que tem como foco de pesquisa os compostos de origem mineral. Entre elas estão o carbonato de cálcio (CaCO_3), presente no mármore; o dióxido de carbono (CO_2), encontrado em pequena concentração na atmosfera; o hidrogenocarbonato de sódio (NaHCO_3), também conhecido por bicarbonato de sódio – substância usada como antiácido e como fermento químico.

É importante considerar que não há divisões “rígidas” entre os diferentes ramos da Química; os conceitos básicos abordados nas partes anteriores desta obra são válidos e fundamentais para a compreensão de todos os ramos dessa área do conhecimento.

A Teoria da Força Vital

O que poderia diferenciar a matéria com vida da matéria inanimada, como as rochas, por exemplo?

No século XVIII, o cientista francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) descobriu que muitos dos compostos encontrados nos seres vivos tinham em comum o fato de serem constituídos de carbono.

Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), famoso químico sueco, foi o primeiro a estabelecer uma separação referente à Química Orgânica.

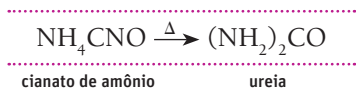
Berzelius foi o responsável por difundir no meio científico a **Teoria do Vitalismo**, segundo a qual os processos nos quais a vida é desencadeada surgiriam a partir dos materiais que estão presentes nos seres vivos e de um conteúdo não material que não poderia ser criado pelo ser humano. Esse conteúdo não material foi chamado de **força vital**.

A Teoria da Força Vital era um empecilho para o desenvolvimento da Química Orgânica, pois acreditava-se que somente a partir de organismos vivos seria possível extrair substâncias orgânicas. De acordo com Berzelius, a força vital é inerente à célula viva e ninguém poderia criá-la em laboratório.

Desenvolvimento da Química Orgânica

Em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882), que trabalhou com Berzelius, sintetizou, de forma acidental, um composto orgânico chamado **ureia**, comumente encontrado na urina e no sangue.

A reação feita por Wöhler pode ser representada pela equação química abaixo, na qual o cianato de amônio é aquecido.



O trabalho de Wöhler foi questionado, pois ele obteve o cianato de amônio de materiais orgânicos, como chifres e sangue. Quase vinte anos depois, com os trabalhos de Adolph Kolbe (1818-1884), que produziu ácido acético a partir de compostos inorgânicos e com métodos de destilação, os vitalistas foram por fim “vencidos”.

A Química Orgânica começou então sua evolução com o desenvolvimento de novos estudos tanto no que diz respeito ao isolamento e à identificação de compostos quanto às maneiras de prepará-los em laboratório.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Reações químicas e antibióticos



Bae Rame/Reuters/Lainstock

A cientista Ada Yonath recebeu o Nobel de Química por seus trabalhos.

Os mecanismos vitais são objeto de investigação até os dias atuais. Em 2009, o Prêmio Nobel de Química foi concedido a cientistas que utilizavam a Química para explicar mecanismos biológicos em ribossomos, que são estruturas contidas em células e capazes de sintetizar proteínas para que a informação genética seja traduzida. Ada Yonath foi uma das cientistas laureada com o prêmio. De origem israelense, e a única mulher a ganhar o Prêmio Nobel de Química num período de 45 anos, Ada explica que decidiu estudar Química por ser a ciência que melhor responde às perguntas relacionadas à vida. Ela ainda ressalta que o entendimento da Biologia depende da Química, uma vez que muitas das respostas para os processos celulares dependem da compreensão de reações químicas. Seus estudos são reconhecidos como pertencentes aos processos centrais da vida e auxiliaram no desenvolvimento de antibióticos, que são utilizados para bactérias resistentes aos medicamentos tradicionais.

Química Orgânica hoje

A Química Orgânica é entendida, hoje, como a área da Química que estuda a maior parte dos compostos de carbono, apesar de muitos deles não estarem associados a organismos vegetais ou animais.

Atualmente, são conhecidas milhões de substâncias orgânicas. Ao longo do tempo, mais precisamente a partir de 1960, a quantidade conhecida de compostos de carbono aumentou de forma considerável à medida que novos equipamentos e técnicas de síntese e de análise foram desenvolvidos.

Análise e síntese

Quando se deseja estudar compostos orgânicos, dois procedimentos são essenciais em um laboratório: a análise e a síntese.

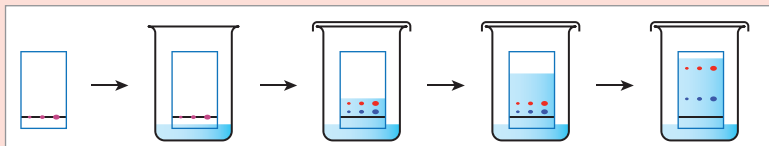
A **análise** consiste em isolar e identificar os compostos químicos presentes em determinado material. Isso acontece, por exemplo, com a extração de produtos naturais de plantas. A análise qualitativa de uma essência vegetal pressupõe a separação das substâncias que a constituem, seguida da identificação de cada uma delas. Essa identificação é feita por meio de uma análise química, que pode envolver métodos convencionais ou o uso de instrumentos com moderna tecnologia. A análise quantitativa, que geralmente complementa a anterior, tem por finalidade determinar o teor de cada componente em uma mistura.

Na **síntese**, por sua vez, procura-se produzir, em laboratório, materiais com características idênticas ou muito parecidas com as dos compostos naturais ou, ainda, materiais inexistentes na natureza e com características específicas. É isso que ocorre, por exemplo, na produção de borracha sintética. Os medicamentos fabricados pela indústria farmacêutica, como o ácido acetil salicílico (antitérmico e analgésico), e os produtos fabricados pela indústria química, como o estireno (matéria-prima para fabricação de poliestireno) e o butanoato de etila (usado para conferir sabor de abacaxi a doces e bebidas), são exemplos de processos de síntese.

QUÍMICA E FÍSICA

Cromatografia

Quando uma substância orgânica é isolada ou sintetizada, ela precisa ser caracterizada de maneira adequada. A cromatografia é um método muito utilizado para esse fim. O procedimento básico utilizado consiste em diferenciar os compostos por meio de suas propriedades físicas. Para isso, à mistura é adicionado um solvente, que recebe o nome de fase móvel. A mistura diluída passa por uma fase chamada de estacionária, cujo composto retém os diferentes componentes de acordo com suas características físico-químicas. A diferença nas forças físicas de cada componente em relação à fase móvel e à fase estacionária é que faz com que as substâncias sejam separadas. Um exemplo é a cromatografia em camada delgada. Uma placa de vidro recoberta com sílica é utilizada como fase estacionária. A mistura é colocada na base, com o auxílio de um tubo capilar. Em seguida, a placa é posta em um solvente, que vai subindo por ela e arrastando a mistura. A separação ocorre pela diferença entre as forças de adsorção entre os componentes da mistura e a fase estacionária.



Representação em cores-fantasia.

SAIBA MAIS

O CAS – Serviço de registro de produtos químicos

Os compostos químicos, de uma maneira geral, são registrados no CAS, uma das divisões da Sociedade Americana de Química, e que é responsável por receber informações de novos produtos químicos (substância, polímero, liga metálica, etc.). O registro CAS é a coleção mais completa sobre produtos químicos no mundo. Em 2015, havia 107 milhões de substâncias químicas registradas.

Na seção de Química Orgânica do CAS, é possível obter informações sobre processos sintéticos, procedimentos e aplicações computacionais relativos aos compostos orgânicos. Também podem ser encontrados livros, estudos sobre substâncias de estrutura desconhecida, dados sobre produção industrial e muitas outras informações.

SAIBA MAIS

A identificação de substâncias orgânicas

Um problema comum em análise química, tanto orgânica quanto inorgânica, ocorre quando há amostras desconhecidas ou misturas complexas.

Métodos analíticos convencionais muitas vezes não são satisfatórios para as análises mais difíceis.

Cromatógrafos, espectrômetros de massa e espectrofotômetros são instrumentos utilizados pelos cientistas e por grandes indústrias para identificar materiais e realizar testes de controle de qualidade de produtos.

Esses aparelhos são acoplados a computadores que identificam os sinais produzidos, os comparam com sinais em banco de dados e fornecem ao analista que vai estudar e interpretar os resultados obtidos.

O carbono e as ligações covalentes

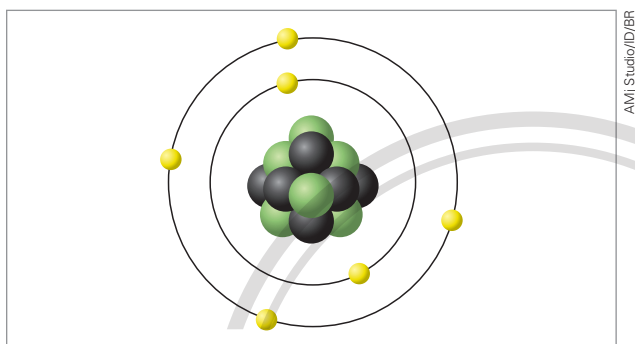
Como o carbono é o elemento presente em todas as moléculas de substâncias orgânicas, o conhecimento de suas características é fundamental para entendermos as propriedades que essas substâncias apresentam.

O carbono é tetravalente

Em 1857, Friedrich August Kekulé von Stradonitz, baseando-se em estudos experimentais, propôs e confirmou a tetravalência do carbono.

Hoje podemos justificar essa tetravalência com base no número de elétrons que o carbono apresenta na camada de valência.

Como seu número atômico é 6, o número de elétrons na primeira camada é 2, e na camada de valência, 4.



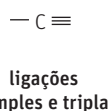
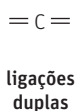
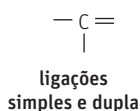
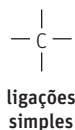
O átomo de carbono: $Z = 6$, $A = 12$. As esferas de cor amarela representam os elétrons; as verdes, os prótons; e as pretas, os nêutrons. Representação em cores-fantasia e fora de escala.

O fato de o carbono possuir quatro elétrons na última camada confere a ele a capacidade de formar um total de quatro ligações para adquirir configuração eletrônica de gás nobre e, segundo o modelo do octeto, adquirir estabilidade. As ligações que o carbono forma com outros ametais são ligações covalentes, ou seja, cada átomo compartilha quatro pares de elétrons e pode se ligar com até quatro átomos de outros elementos químicos. O carbono, portanto, é tetravalente.

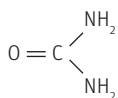
As possibilidades que o átomo de carbono tem de formar suas quatro ligações e adquirir configuração eletrônica de um gás nobre são:

- quatro ligações simples;
- duas ligações simples e uma ligação dupla;
- duas ligações duplas;
- uma ligação simples e uma ligação tripla.

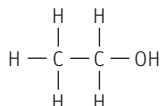
Observe, nos exemplos a seguir, que, em todos os casos, o átomo de carbono faz quatro ligações covalentes.



Exemplos



fórmula estrutural da ureia



fórmula estrutural do etanol

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

O desenvolvimento computacional ajudando a desvendar a Química

Computadores e *softwares* são muito utilizados para o entendimento da Química. Eles proporcionam a criação de modelos de moléculas e simulam suas propriedades, como eletronegatividade, energia, carga nos átomos, entre outras. Os estudos feitos em computador estão cada vez mais comuns, pois podem funcionar como um laboratório simulado. O uso de computadores e modelos matemáticos em Química rendeu dois prêmios Nobel na área. O primeiro deles foi em 1998, quando foram laureados os cientistas Walter Kohn e John Pople, que desenvolveram modelos computacionais aplicados à Química. Em 2013, os cientistas Martin Karplus, Michael Levitt e Arieh Warshel dividiram o prêmio Nobel também por desenvolverem metodologias e programas computacionais que, neste caso, foram utilizados para os estudos de macromoléculas, como as proteínas.

O modelo de Lewis

Em 1916, Gilbert Newton Lewis (1875-1946), um químico estadunidense, publicou o artigo "The atom and the molecule" (O átomo e a molécula) no *Journal of the American Chemical Society*, no qual representava cada ligação covalente por meio de um par de elétrons da camada de valência dos átomos envolvidos.

A representação da estrutura eletrônica dos átomos feita por Lewis para moléculas orgânicas consiste em escrever todos os elétrons da camada de valência para cada átomo de maneira explícita. Em seguida, as ligações covalentes são representadas por meio do compartilhamento entre os átomos, procurando sempre seguir o modelo do octeto.

Essa representação foi denominada **fórmula eletrônica de Lewis**. Nela, a formação da ligação covalente se dá sempre com o objetivo de que os átomos alcancem a configuração de gás nobre por meio do compartilhamento de elétrons.

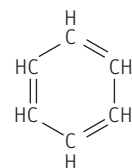
Observe, na tabela a seguir, a representação de Lewis e a fórmula estrutural de algumas moléculas orgânicas.

	Representação de Lewis	Fórmula estrutural
Metano (CH₄)		
Eteno (C₂H₄)		
Etanol (C₂H₅OH)		

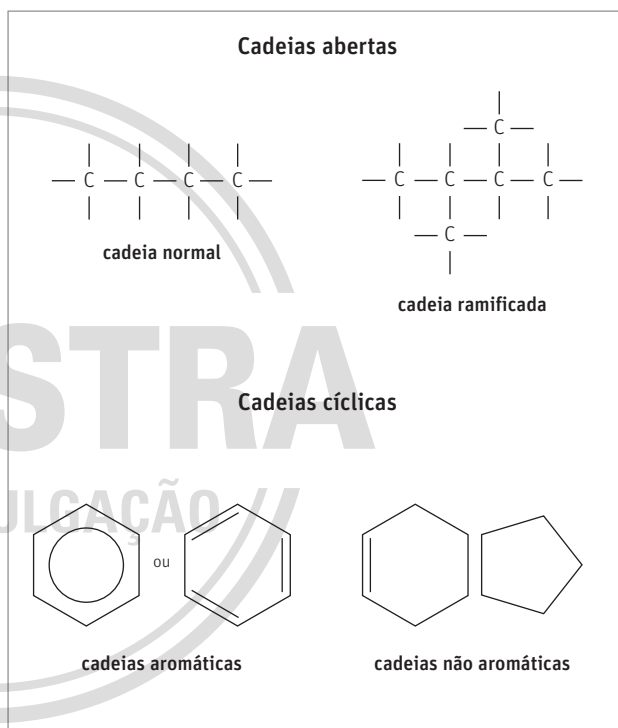
Note que, no caso do etanol, o oxigênio apresenta dois pares de elétrons que não se ligam. Esse fator será importante para determinar a estrutura das moléculas.

O carbono tem facilidade em formar cadeias

A peculiaridade do carbono reside na facilidade que seus átomos têm para se unir e formar cadeias de variados tamanhos e formas. Veja, abaixo, um exemplo de molécula que apresenta uma cadeia carbônica.



O quadro a seguir mostra alguns exemplos de cadeias carbônicas.

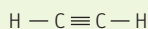


EXERCÍCIO RESOLVIDO

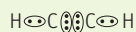
1. Faça a representação de Lewis para uma molécula orgânica na qual dois átomos de carbono se ligam entre si por meio de uma ligação tripla. A ligação restante para cada carbono é feita com o hidrogênio.

Resolução

A molécula em questão pode ser representada por:



A estrutura de Lewis desta molécula pode ser escrita assim:



O importante na representação de Lewis é mostrar o número de elétrons da camada de valência para cada átomo e como o compartilhamento é feito de acordo com o modelo do octeto.

É preciso destacar que, com o hidrogênio, somente dois elétrons podem ser compartilhados, pois ele apresenta apenas uma camada eletrônica.

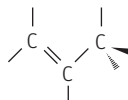
Formas de representação de uma molécula orgânica

As moléculas orgânicas podem ser representadas de várias formas. Vamos considerar dois exemplos: o propano e o propeno. As formas mais comuns de representação dessas moléculas são mostradas a seguir.

- **Estrutura tridimensional** (fórmula estrutural tridimensional). Representa-se a estrutura tridimensional das ligações simples dos átomos da molécula na forma tetraédrica, e as ligações duplas são representadas no plano.



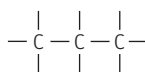
propano



propeno

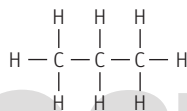
Nessa forma de representação, as ligações que se projetam para trás do plano da folha de papel são indicadas por uma ligação tracejada em formato de cunha (Δ). As que se projetam para a frente do plano da folha de papel são representadas por uma ligação em negrito em formato de cunha (\blacktriangle).

- **Ligações planares, com átomos de hidrogênio ocultos ou não** (fórmula estrutural plana). Todas as ligações da molécula são mostradas no plano. Os átomos de hidrogênio podem ser apresentados de maneira explícita ou deixados ocultos.

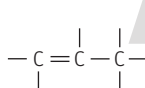


propano

(átomos de hidrogênio ocultos)

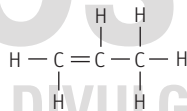


(átomos de hidrogênio explícitos)



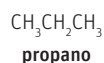
propeno

(átomos de hidrogênio ocultos)

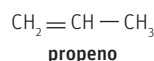
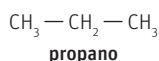


(átomos de hidrogênio explícitos)

- **Ligações ocultas** (fórmula estrutural condensada). Os átomos da molécula são representados, e as ligações ficam apenas indicadas de acordo com o número de átomos de hidrogênio ligados a cada átomo de carbono.



- **Ligações semiexplícitas** (fórmula estrutural parcialmente condensada). Apenas as ligações entre os átomos de carbono são apresentadas de forma explícita.



- **Átomos ocultos** (fórmula bastão). Apenas as ligações entre os átomos de carbono são representadas.



- **Fórmula molecular**. Indica o número de átomos de cada elemento presente na molécula.

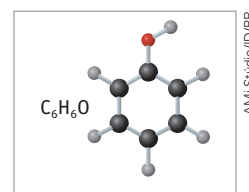


SAIBA MAIS

Química Computacional

A Química Computacional é uma ferramenta empregada por químicos de todas as áreas. Computadores são usados para criar modelos de moléculas e para simular suas propriedades, como eletronegatividade, energia, carga nos átomos, entre outras.

Os avanços desse campo de estudo também estão associados ao desenvolvimento de modelos cada vez mais sofisticados para a representação gráfica de moléculas. Veja o exemplo a seguir.

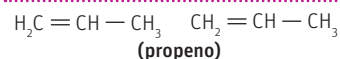


Representação computacional, em cores-fantasia, de modelo esfera e bastão de molécula de fenol. As esferas pretas representam átomos de carbono; as esferas cinza, átomos de hidrogênio; e a esfera vermelha, átomo de oxigênio.

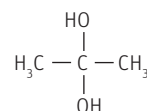
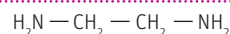
SAIBA MAIS

Formas de representação de cadeias carbônicas

O texto ao lado exemplifica algumas formas de representar as cadeias carbônicas. Na Química Orgânica, é comum encontrar pequenas variações nas fórmulas estruturais — em geral, nas ligações semiexplícitas —, como pode ser observado a seguir.



Qualquer uma dessas representações é válida. Essa forma de inversão (no caso, de CH_2 para H_2C) é mais usual nas extremidades da fórmula estrutural. Veja outros exemplos:



A geometria das moléculas orgânicas de acordo com o modelo da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência

A geometria das moléculas orgânicas, e conseqüentemente a representação tridimensional delas, pode ser prevista por meio dos elétrons de valência. Para isso, será usado o modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência, já visto nesta obra.

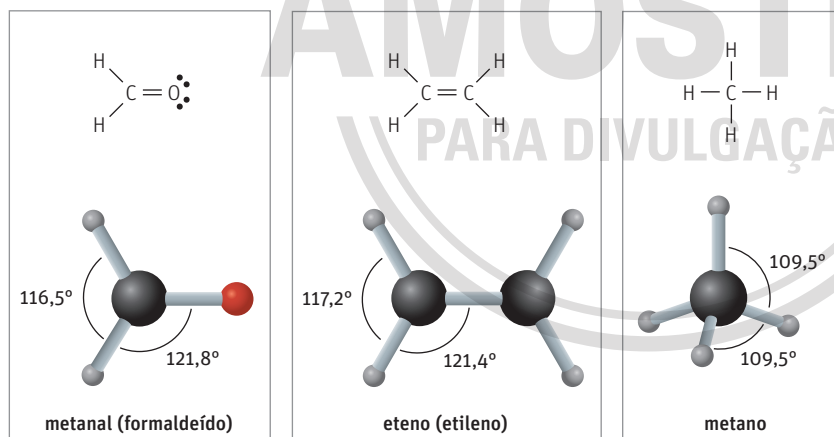
De acordo com esse modelo, os pares de elétrons da camada de valência de um átomo em uma molécula tendem a se distanciar o máximo possível uns dos outros, devido a forças de repulsão entre si.

Para os compostos de carbono, quando temos um átomo de carbono fazendo somente ligações simples, como é o caso do metano (CH_4), a disposição espacial é tetraédrica, pois essa forma geométrica é a que apresenta maior distância entre os átomos de hidrogênio, que se posicionam nos vértices do tetraedro.

Para aplicar o modelo de repulsão de pares eletrônicos às moléculas orgânicas, é possível seguir alguns passos.

- 1º) Escrever a estrutura de Lewis para todos os átomos da molécula.
- 2º) Considerar para a determinação da geometria todos os pares de elétrons do átomo central, compartilhados ou não.
- 3º) Encontrar a geometria na qual os elétrons da camada de valência do átomo central fiquem o mais longe possível uns dos outros.

Observe, a seguir, alguns exemplos de geometria de moléculas orgânicas e seus respectivos ângulos de ligação (representações em cores-fantasia).



A tabela abaixo pode ser usada para determinar a geometria de boa parte das moléculas orgânicas. Nas moléculas reais, há um desvio desse valor em função da repulsão dos pares eletrônicos.

Tipo de ligação do átomo central	Disposição espacial das ligações	Geometria das ligações	Ângulo de ligação
$\begin{array}{c} \\ -\text{C}- \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} \\ \diagup \text{C} \diagdown \\ \end{array}$	Tetraédrica	$109,5^\circ$
$\begin{array}{c} \\ -\text{C}=\end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \text{C}=\end{array}$	Trigonal plana	120°
$=\text{C}=\end{array}$	$=\text{C}=\end{array}$	Linear	180°
$-\text{C}\equiv$	$-\text{C}\equiv$	Linear	180°

Você se lembra?

Modelo da Repulsão dos Pares Eletrônicos na Camada de Valência (RPECV)

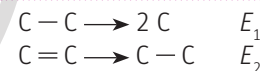
Esse modelo foi desenvolvido com o objetivo de prever a geometria da molécula por meio de sua fórmula eletrônica.

Em qualquer ligação covalente, os pares de elétrons da camada de valência tendem a ficar o mais afastados possível uns dos outros, uma vez que exercem repulsão entre si.

No caso de ligação dupla ou tripla, os pares de elétrons envolvidos comportam-se como se fossem um único par, pois devem estar localizados na mesma região do espaço, entre os dois átomos envolvidos na ligação.

SAIBA MAIS

Se consultarmos as energias de ligação indicadas abaixo,



constataremos que $E_1 > E_2$.

Conclui-se que é mais difícil quebrar uma ligação simples **carbono — carbono** e separar os átomos do que quebrar uma das ligações duplas **carbono — carbono**.

A conseqüência disso é que os compostos com duplas ou triplas-ligações entre os átomos de carbono são mais reativos, e as substâncias que apresentam somente ligações simples entre átomos de carbono são mais estáveis.

A ligação simples entre átomos de carbono é chamada ligação **sigma** (σ). Na dupla ($\text{C}=\text{C}$), uma das ligações é chamada de sigma, e a outra, de **pi** (π). É, portanto, mais fácil quebrar a ligação pi do que a sigma. Quando entre dois átomos de carbono há uma tripla-ligação, uma delas é sigma e as outras duas são pi.

Ligações de carbono com átomos de outros elementos químicos

O número de ligações que o carbono forma nos compostos orgânicos é fixo: são sempre quatro ligações. O nitrogênio, na maior parte das vezes, forma três ligações; o oxigênio, duas ligações; e o hidrogênio forma apenas uma, assim como o cloro e os outros halogênios.

A tabela a seguir mostra os principais elementos formadores da matéria orgânica e quantas ligações covalentes podem formar.

Elemento	Número de elétrons na camada de valência	Número de ligações covalentes possíveis	Possibilidades
H	1	1	H—
C	4	4	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$ $\begin{array}{c} \\ -C= \\ \end{array}$ $=C=$ $-C\equiv$
N	5	3	$\begin{array}{c} \\ -N- \\ \end{array}$ $-N=$ $N\equiv$
S	6	2	—S— S=
O	6	2	—O— O=
Halogênios	7	1	F— Cl— Br— I—

O átomo de carbono pode também se ligar a átomos de elementos metálicos. Quando há pelo menos uma ligação direta entre o átomo de carbono e o de metal, tem-se a formação de um composto organometálico.

Entre os metais que podem se ligar ao átomo de carbono estão os alcalinos e os alcalinoterrosos, como o lítio e o magnésio, respectivamente, e metais de transição, como o ferro e a platina.

AÇÃO E CIDADANIA

Organoclorados: um problema de saúde pública

A história da humanidade é marcada por uma quantidade inacreditável de prejuízos causados por pragas agrícolas. [...] Para combater essas pragas agrícolas, como também as que surgiram na pecuária, e encontrar um novo equilíbrio ecológico, foi introduzido o uso de certos produtos químicos, cujos número e eficácia não pararam de aumentar. Esses produtos, conhecidos como pesticidas, substâncias usadas em agropecuária e em saúde pública, abrangem os inseticidas, os herbicidas e os fungicidas.

Estudos têm evidenciado que os pesticidas podem permanecer no ambiente durante longo tempo, causando grandes mudanças ecológicas e efeito ambiental negativo. Exemplo disso são os organoclorados [compostos de cloro, carbono e hidrogênio], em sua maioria persistentes e de ampla aplicação.

O problema da contaminação por organoclorados tem se agravado e adquirido proporções dramáticas, tanto pela sua intensificação quanto pela sua extensão geográfica. Outra, as zonas contaminadas eram muito reduzidas. Atualmente tendem a cobrir o planeta inteiro e podemos encontrar DDT [tipo de pesticida] até na neve do Alasca.

[...]

É de grande importância o controle rigoroso dos efeitos não intencionais dos pesticidas sobre diversas formas de vida, incluindo o homem e o meio ambiente. Em vários países, foram sendo fixados padrões e limites máximos de tolerância desses resíduos.

FLORES, Araceli V. et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 2, jul./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24690.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

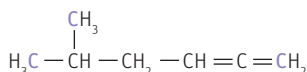
Carbono e cadeias carbônicas

Classificação do átomo de carbono nas cadeias

Os átomos de carbono são classificados de acordo com o número de outros átomos de carbono com que estejam ligados. Dessa maneira, temos a seguinte classificação desses átomos.

- **Átomo de carbono primário** é o que está ligado a um único átomo de carbono da cadeia.

Por exemplo, os átomos de carbono das extremidades da seguinte cadeia, assinalados em roxo, são primários.

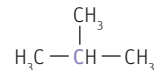


- **Átomo de carbono secundário** é o que está ligado a dois outros átomos de carbono. De maneira análoga, **átomo de carbono terciário** é o que está ligado a três outros átomos de carbono, e **quaternário** é o que está ligado a quatro outros átomos de carbono.

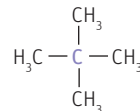
Exemplo de cadeia com átomo de carbono **secundário** (assinalado em roxo).



Exemplo de cadeia com átomo de carbono **terciário** (também em roxo).



Cadeia com átomo de carbono **quaternário** (também destacado em roxo).



Nos dois casos seguintes, estão marcados com “**p**” os átomos de carbono primários, com “**s**” os secundários, com “**t**” os terciários e com “**q**” os quaternários.



QUÍMICA E BIOLOGIA

Spray marinho interage com gases poluentes e transporta-os para o solo

A maresia é um purificador natural do ar, reduzindo em até 20% a poluição atmosférica nas cidades costeiras. Pesquisa realizada pela química Tânia Mascarenhas Tavares, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), revela que gotículas de água salgada assimilam gases poluentes. Essas substâncias são transportadas e acabam precipitando no solo. [...]

O *spray* marinho, nome técnico da maresia, assimila os gases dióxido de enxofre, óxidos (monóxido e dióxido) de nitrogênio e hidrocarbonetos (poluentes orgânicos) gerados por veículos e indústrias. [...]

Consideradas poluentes atmosféricos, as substâncias transportadas pela maresia não causam contaminação do solo. Segundo Tânia Tavares, sua concentração no ar é nociva à saúde humana, mas no solo se torna desprezível. “Ou seja, o *spray* marinho não muda a poluição de lugar”, diz. Os níveis máximos permitidos de dióxido de enxofre [na atmosfera] são 80 microgramas por metro cúbico e de dióxido de nitrogênio, 100 microgramas por metro cúbico. Os hidrocarbonetos, originados da queima dos combustíveis fósseis, não têm regulamentação no Brasil.

Tânia Tavares frisa que a maresia comprovadamente alcança um raio de 250 quilômetros continente adentro. “Mas estimativas apontam que podemos



Estação móvel de monitoramento da qualidade do ar, Rio de Janeiro (RJ), 2012.

encontrá-lo a 500 quilômetros do litoral”, diz a pesquisadora [...].

A maresia, formada por gotículas de água salgada, tem origem na zona de arrebentação, onde as ondas quebram. Segundo a professora, a brisa (vento que sopra do mar para a terra) ajuda a dispersar os poluentes. A umidade também contribui para a purificação pela maresia. [...]

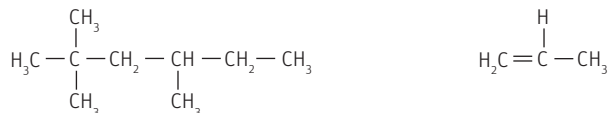
[...]

Maresia reduz em 20% a poluição atmosférica. Jornal do Commercio, Recife, 25 out. 2000. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/JC/_2000/2510/cm2510_1.htm>. Acesso em: 29 mar. 2016.

Classificação das cadeias carbônicas

Cadeias abertas (ou acíclicas)

As cadeias carbônicas abertas (ou acíclicas) não apresentam nenhum tipo de ciclo. Exemplos:



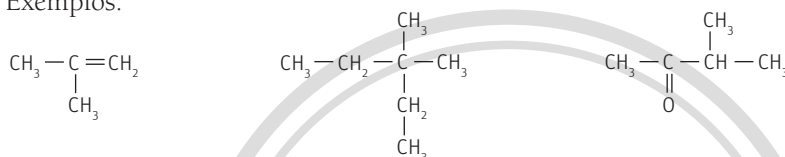
As cadeias abertas podem ser classificadas segundo os seguintes critérios.

- **Disposição dos átomos na cadeia.** Nesse caso, as cadeias abertas podem ser normais ou ramificadas.

Nas **cadeias normais**, os átomos de carbono estão ligados em uma sequência que se representa linearmente, e há apenas duas extremidades na cadeia que os contém. Exemplos:

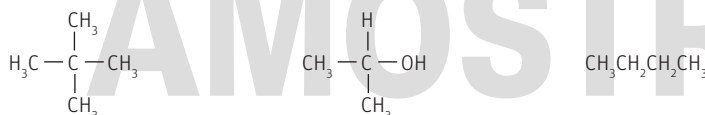


As **cadeias ramificadas** apresentam mais de duas extremidades da cadeia com átomos de carbono. Exemplos:

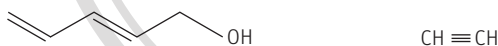


- **Tipo de ligação entre os átomos de carbono.** Nas cadeias abertas, existem átomos de carbono unidos por ligações simples, duplas ou triplas.

Quando há apenas ligações simples, temos uma cadeia carbônica **saturada**. Exemplos:



Quando há uma ou mais ligações duplas ou triplas, a cadeia carbônica é **insaturada**. Exemplos:



SAIBA MAIS

De má fama, gorduras podem ser boas

Hong Vo/Shutterstock/ID/BR



Castanha-de-caju, amêndoas e castanhas-do-pará são alguns dos alimentos que contêm gorduras saudáveis para o nosso organismo.

É comum ouvirmos falarem mal das gorduras... Podem dar câncer, aumentar o colesterol e a concentração de triglicérides (gorduras do sangue), adoecer o coração e [...] engordar [...]. Chegamos a um ponto em que alguns se entopem de churrascos e frituras enquanto outros só de verem uma gota de óleo em sua salada já passam mal e a repelem como se fosse um vírus mortal. Por favor, nada de extremismos. Só precisamos aprender um pouco sobre as gorduras, sem nos esquecer de que, em quantidade e qualidade corretas, são essenciais ao bom funcionamento do nosso organismo e devem abranger cerca de 30% do valor calórico diário de nossa

alimentação. Isso porque, na qualidade e nas quantidades certas, as gorduras fornecem energia para os músculos, preservam a elasticidade da pele, aceleram o metabolismo, protegem nossos órgãos vitais, transportam vitaminas A, D, E e K, dão estrutura às membranas celulares, ajudam na formação de hormônios.

As gorduras “do bem” são as insaturadas e as poli-insaturadas. As insaturadas (ou monoinsaturadas), além de não elevar o colesterol, possuem um papel protetor, reduzindo os níveis sanguíneos de colesterol, diminuindo o LDL [...] e aumentando o HDL [...]. São formadas pelos ácidos graxos, em maior parte pelo ácido oleico, e são encontradas no azeite de oliva, no óleo de canola, no abacate, nas castanhas e amêndoas.

[...]

BARROS, Suely Pietro de. De má fama, gorduras podem ser boas. Informativo do Hospital Centrinho/USP e Funcraf, ano 7, n. 43, Bauru, nov/dez. 2007. Disponível em: <http://www.centrinho.usp.br/emfoco/file/foco_43/cantinho_nutricao_43.html>. Acesso em: 30 mar. 2016.

Cadeias cíclicas

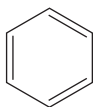
As cadeias cíclicas são aquelas nas quais os átomos de carbono se ligam em uma estrutura fechada.

Os compostos aromáticos foram descobertos em 1825 por Michael Faraday (1791-1867). O aromático mais simples e um dos mais importantes é o **benzeno**, que possui fórmula molecular C_6H_6 .

Embora essa fórmula indique que se trata de um composto insaturado, a estrutura da molécula de benzeno permaneceu desconhecida ainda por muitos anos depois da descoberta de sua fórmula molecular.

Chegou-se a cogitar que o benzeno poderia ter a estrutura de uma cadeia aberta com muitas insaturações. No entanto, compostos insaturados são altamente reativos, comportamento que não acontecia com o benzeno.

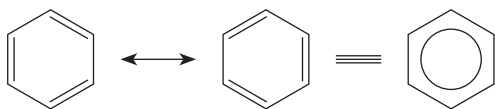
Em 1865, Kekulé propôs para essa substância uma estrutura cíclica de seis átomos de carbono, com ligações duplas e simples alternadas.



Admitia-se, para o benzeno, a existência do equilíbrio:



Atualmente, sabemos que o equilíbrio entre essas estruturas não ocorre. O que há é uma deslocalização dos elétrons ao longo da cadeia carbônica. Isso faz que todas as ligações tenham o mesmo caráter, que é intermediário entre as ligações simples e duplas. Uma das maneiras de representar o benzeno é a que mostra as ligações duplas deslocalizadas, ou seja:



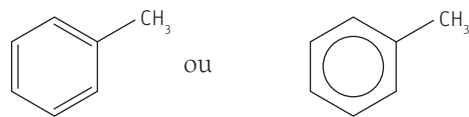
O termo “aromático”, atribuído ao benzeno logo que ele foi isolado, deve-se ao seu odor e ao de alguns dos compostos que apresentam esse tipo de estrutura.

Hoje, apesar de essa denominação ter sido mantida, a classificação de uma molécula como aromática é critério químico. A aromaticidade está associada à estabilidade de uma substância de cadeia cíclica, decorrente da deslocalização da nuvem eletrônica por todos os átomos da cadeia.

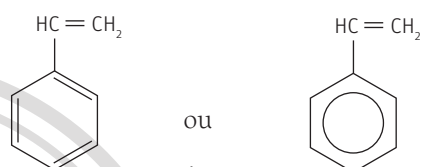
À medida que os elétrons se deslocalizam pela estrutura, conferindo a cada ligação entre átomos de carbono um caráter de dupla, ficam menos disponíveis para conferir reatividade às moléculas da substância. A esse fenômeno eletrônico dá-se o nome de **ressonância**. Ele justifica o fato

de os compostos aromáticos, embora apresentem insaturações, serem mais estáveis do que as cadeias abertas insaturadas ou as cadeias cíclicas insaturadas e não aromáticas.

Além do benzeno, encontramos em nosso cotidiano algumas substâncias aromáticas importantes: o tolueno (também chamado de metilbenzeno), importante para a indústria de tintas, vernizes e como solvente de maneira geral; o estireno, matéria-prima para a obtenção do poliestireno; e o naftaleno (substância presente na naftalina), que apresenta dois anéis aromáticos condensados e é utilizado na indústria de corantes.



tolueno



estireno

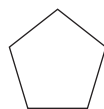


naftaleno

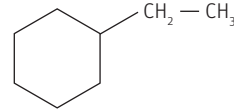
Cadeias cíclicas alifáticas (ou cadeias alicíclicas)

São considerados alifáticos os compostos que não possuem anel benzênico em suas estruturas. Assim, todos os compostos de cadeia aberta são considerados alifáticos, bem como os de cadeia cíclica não aromática.

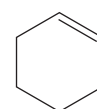
Os compostos alifáticos de cadeia cíclica são também chamados de **alicíclicos**. As cadeias desses compostos podem ser classificadas de modo análogo aos de cadeia aberta, ou seja, normais ou ramificadas, saturadas ou insaturadas. Veja alguns exemplos a seguir.



cadeia normal saturada



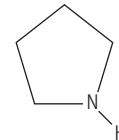
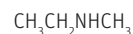
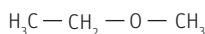
cadeia ramificada saturada



cadeia normal insaturada

Cadeias heterogêneas e homogêneas

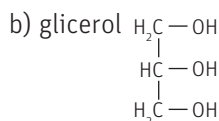
Quando há, além de átomos de carbono, átomos de outros elementos ligados entre átomos de carbono (heteroátomo), a cadeia é chamada de **heterogênea**. Caso não possua heteroátomos, a cadeia é classificada como **homogênea**. Exemplos de cadeias heterogêneas:



2. Explique a afirmação: “Todas as substâncias orgânicas contêm átomos de carbono, mas nem todas as substâncias que contêm carbono são orgânicas”.

3. Observe as fórmulas químicas abaixo e indique se as substâncias são orgânicas ou inorgânicas e escreva o porquê de sua escolha.

a) CaO (óxido de cálcio)



c) H₂O (água)

d) BaCO₃ (carbonato de bário)

e) CH₃CONa (acetato de sódio)

4. Entre os processos relacionados a seguir, atribua **A** para método de análise e **S** para método de síntese.

a) Determinação do princípio ativo de um medicamento.

b) Investigação de fraude em combustíveis.

c) Fabricação de plástico para embalagem.

d) Produção de medicamentos.

5. A teoria da força vital dizia que os compostos orgânicos só podiam existir se viessem de algo que fosse vivo e, portanto, não poderiam ser sintetizados em laboratório. Por que essa teoria não é mais aceita atualmente?

6. Represente as estruturas de Lewis para os compostos a seguir.

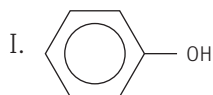
a) Etano, C₂H₆

b) Metanol, CH₃OH

c) Propanona, CH₃COCH₃

7. Os compostos orgânicos apresentam estrutura tridimensional. Como é possível prever a geometria espacial deles?

8. Considere as fórmulas químicas indicadas abaixo.



II. CH₃CH₂CHO

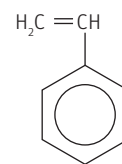
III. CH₃F

IV. CH₃SCH₂CH₃

a) Represente a fórmula estrutural de cada uma delas. Indique todas as ligações da molécula, incluindo os átomos de hidrogênio.

b) Escreva a fórmula molecular para cada uma delas (acrescente os átomos de hidrogênio que faltam nas ligações).

9. O estireno tem a fórmula estrutural mostrada ao lado e é matéria-prima para fabricação de poliestireno, um material usado na fabricação de isopor.



Em relação ao estireno, pode-se afirmar que:

a) se trata de um composto alifático.

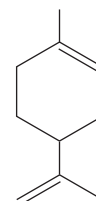
b) tem fórmula molecular C₈H₈.

c) apresenta um átomo de carbono quaternário.

d) apresenta um átomo de carbono terciário.

e) tem cadeia carbônica heterogênea.

10. A substância de fórmula estrutural representada ao lado é chamada popularmente de limoneno e está presente na casca do limão.



A respeito do limoneno, pode-se afirmar que:

a) é um composto aromático.

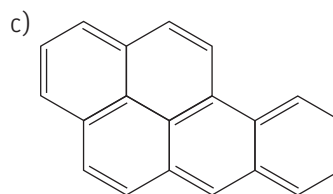
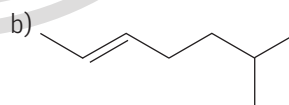
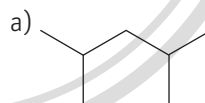
b) tem cadeia carbônica saturada.

c) tem fórmula molecular C₁₀H₂₀.

d) tem cadeia carbônica normal.

e) tem cadeia carbônica homogênea.

11. Classifique as cadeias carbônicas a seguir em: normal, ramificada, saturada, insaturada, homogênea e heterogênea.



d) CH₃CH₂CH₂OCH₂CH₃

12. Dê as fórmulas dos compostos correspondentes às indicações. Em seguida, classifique as cadeias.

a) Composto com cadeia aberta de cinco átomos de carbono e com ligações simples, havendo um carbono ligado ao segundo átomo de carbono da cadeia principal.

b) Composto cíclico com quatro átomos de carbono e duas ligações duplas alternadas.

Algumas características dos compostos orgânicos

Propriedades físico-químicas

Os compostos orgânicos têm características muito peculiares e podem ser identificados por meio de suas propriedades físicas e químicas.

Como o número de substâncias orgânicas é muito grande, elas foram classificadas em grupos chamados de **funções orgânicas**. Cada função pode ser identificada pela presença de um átomo ou de um grupo de átomos. As substâncias de uma função apresentam algumas propriedades previsíveis (como veremos no decorrer dos próximos capítulos).

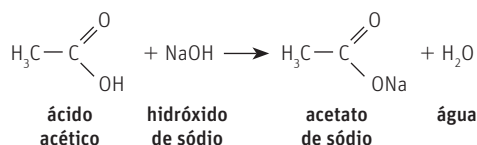
As propriedades, de forma geral, podem ser determinadas levando-se em consideração algumas características, como composição química e estrutura molecular. Assim, devemos avaliar em conjunto essas duas características.

Para entender as propriedades de um composto orgânico, é necessário identificá-lo de acordo com a(s) função(ões) a que ele pertence. A tabela a seguir apresenta algumas funções orgânicas.

Tipo de composto	Exemplo	Nome da função orgânica
Compostos formados somente por C e H		Hidrocarboneto (alcano): apresenta somente ligações simples entre os átomos de carbono
		Hidrocarboneto (alceno): apresenta ligação dupla entre átomos de carbono
		Hidrocarboneto (alcino): apresenta ligação tripla entre átomos de carbono
Compostos oxigenados: formados somente por C, H e O		Álcool
		Aldeído
		Cetona
		Ácido carboxílico
		Éter
		Éster
Compostos nitrogenados: formados por C, H e N		Amina
		Amida

Temperaturas de fusão e de ebulição

Considere a reação entre um ácido carboxílico e uma base inorgânica, como a mostrada a seguir.



As substâncias orgânicas são formadas, na maioria das vezes, por estruturas que apresentam apenas ligações covalentes. É o caso do ácido acético usado como reagente na equação acima. A polaridade das moléculas que formam a substância tem influência direta na sua temperatura de fusão e de ebulição.

O produto orgânico da reação acima é o acetato de sódio (um sal orgânico) – substância iônica.

Algumas informações sobre as propriedades do ácido acético, do acetato de sódio e dos três hidrocarbonetos com dois átomos de carbono estão na tabela seguinte.

Composto	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
ácido acético	16,6	118
acetato de sódio	324	*
etano	-182,8	-88,6
eteno (etileno)	-169,2	-103,8
etino (acetileno)	-80,7**	-84,7***

* Valores superiores a 400 °C promovem a decomposição da substância.

** Valor referente ao ponto triplo a 1,27 atm (temperatura e pressão em que coexistem em equilíbrio os três estados físicos – sólido, líquido e gasoso).

*** Valor referente à temperatura de sublimação a 1 atm.

Observe que as moléculas de ácido carboxílico se associam por ligações de hidrogênio, enquanto os hidrocarbonetos se associam por forças de London. A maior intensidade das forças intermoleculares contribui para o fato de os ácidos carboxílicos apresentarem temperatura de ebulição muito maior do que a de um hidrocarboneto com o mesmo número de átomos de carbono.

O acetato de sódio apresenta propriedades típicas da maior parte das substâncias iônicas: é sólido nas condições ambientes e condutor de corrente elétrica quando dissolvido em água ou no estado líquido (isto é, em temperaturas superiores à sua temperatura de fusão).

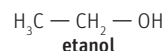
Quanto mais intensas são as forças que mantêm as moléculas de uma substância associadas, maior é a temperatura de fusão dessa substância.

Solubilidade

O etanol (álcool etílico) se dissolve em água em quaisquer proporções. O óleo de cozinha, por sua vez, tem uma solubilidade em água muito pequena.

A solubilidade de uma substância em outra depende da estrutura dos aglomerados que as formam.

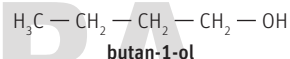
Em geral, semelhanças de tamanho e de polaridade contribuem para uma solubilidade maior. As moléculas de etanol, por exemplo, são polares.



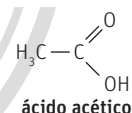
A presença do grupo OH nessa molécula possibilita ligações de hidrogênio entre moléculas de etanol e de água, contribuindo para a miscibilidade de uma substância na outra.

Pode-se justificar a baixa solubilidade do óleo de cozinha em água pelo fato de que, enquanto as moléculas de água são polares e se associam por ligações de hidrogênio, as moléculas de óleo têm baixíssima polaridade.

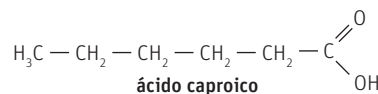
À medida que a cadeia carbônica dos monoalcoóis (alcoóis que têm apenas um grupo OH) aumenta, sua solubilidade em água diminui consideravelmente. Enquanto o etanol é solúvel em água em quaisquer proporções, o butan-1-ol tem solubilidade de, aproximadamente, 80 g · L⁻¹, a 25 °C. Isso pode ser explicado pelo fato de o butan-1-ol apresentar uma extremidade hidrófila (aquela que possui o grupo OH) e uma cadeia carbônica hidrófoba maior do que a do etanol. (**Hidrófila**: que tem afinidade com a água. **Hidrófoba**: que não tem afinidade com a água.)



O ácido acético é solúvel em água em quaisquer proporções. Veja, a seguir, sua fórmula estrutural.

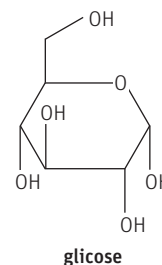


O ácido caproico (hexanoico), substância obtida da pele de cabras, é parcialmente solúvel em água. Isso se deve ao aumento da cadeia carbônica (parte hidrófoba da molécula). Veja a fórmula estrutural desse ácido.



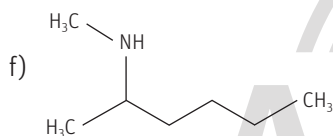
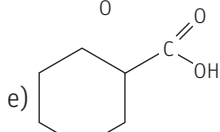
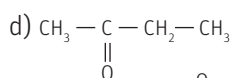
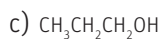
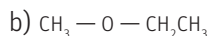
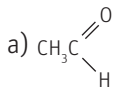
A glicose apresenta muitos grupos OH em sua estrutura química. Observe a fórmula ao lado.

Quando a glicose é misturada com a água, há formação de ligações de hidrogênio entre as moléculas de glicose e as de água, o que facilita a dissolução.

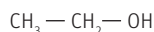
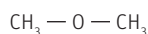


O benzeno (substância apolar), cujas moléculas estão associadas por forças do tipo **dipolo instantâneo-dipolo induzido**, tem solubilidade baixa em água, cujas moléculas estão associadas por ligações de hidrogênio.

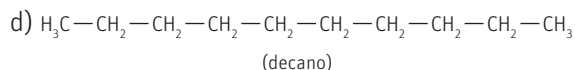
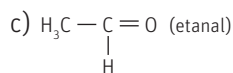
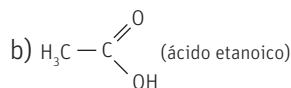
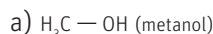
13. Quais são as principais características que devem ser consideradas para a previsão das propriedades físicas dos compostos orgânicos?
14. Observe as fórmulas abaixo e indique a que grupo funcional pertence cada uma das substâncias representadas por elas.



15. Identifique, dentre os hidrocarbonetos apresentados nos itens a seguir, qual deles deve possuir temperatura de ebulição mais alta. Justifique sua resposta.
- a) CH_4
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
16. Em sua opinião, entre os alcanos e os alcoóis de massa molar semelhante, qual deles (qual dessas funções) apresenta maior solubilidade em água? Por quê?
17. Observe cada uma das fórmulas a seguir.



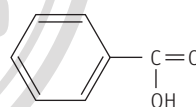
- a) Identifique a função orgânica a que pertence cada uma dessas duas substâncias.
- b) Qual dessas substâncias deve ter maior temperatura de ebulição? Justifique.
18. O hexano (hidrocarboneto formado por moléculas que têm seis átomos de carbono), substância líquida, apolar e de alta volatilidade, pode ser utilizado como solvente para remover traços de matéria orgânica de materiais, como óleos, gorduras, graxas, etc. Dentre as substâncias relacionadas a seguir, qual delas deve apresentar maior solubilidade no hexano? Por quê?



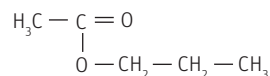
19. Identifique a função orgânica a qual pertence cada uma das substâncias apresentadas na atividade anterior.
20. Quais das substâncias mostradas a seguir devem apresentar maior temperatura de ebulição? Justifique sua resposta.
- a) CH_4 ou CH_3OH
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ou CH_3CH_3
- c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ou $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

21. A seguir são apresentadas as fórmulas estruturais de algumas substâncias que, de alguma forma, fazem parte do nosso cotidiano.

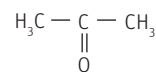
Identifique as funções a que cada uma das substâncias citadas pertence.



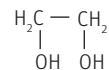
Ácido benzoico: usado como conservante pela indústria de alimentos.



Acetato de propila: substância presente nas peras e uma das responsáveis pelo seu aroma.



Propanona: conhecida comercialmente por acetona, é usada para extração de óleos vegetais e como solvente para tintas e esmaltes.



Etano-1,2-diol: conhecida por etilenoglicol, é um aditivo que, adicionado à água dos radiadores de automóveis, permite que a água permaneça no estado líquido num intervalo maior de temperatura.

Atividade experimental

Geometria molecular

Objetivo

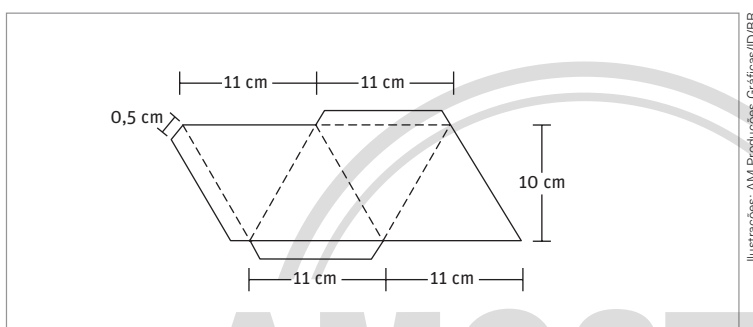
Determinar os ângulos de ligação do átomo de carbono e como ele pode se ligar a outros átomos de carbono para formar cadeias e anéis.

Material

- folhas de papel
- tesoura
- régua
- sulfite ou cartolina
- cola
- lápis

Procedimento

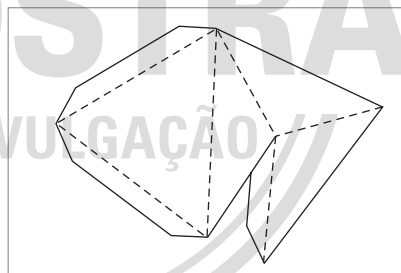
1. Pegue uma folha de papel sulfite ou cartolina e, usando uma régua, desenhe a figura abaixo.



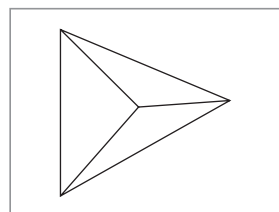
2. Recorte a figura e dobre-a nas linhas tracejadas.

Resíduos

Os modelos podem ser guardados e utilizados em outras atividades.



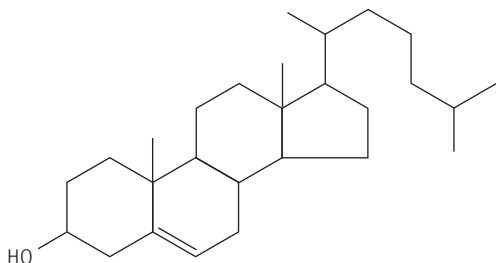
3. Cole as abas do poliedro. O sólido formado deverá ter o mesmo aspecto da figura ao lado.
4. Faça pelo menos seis desses modelos. Depois procure dispô-los de modos diferentes, para que você visualize, por exemplo, cadeias carbônicas lineares e cíclicas.



Análise e discuta

1. O tetraedro feito com papel ou cartolina pode representar a molécula de metano (CH_4). Nesse caso, em que posições do tetraedro estariam o átomo de carbono e os quatro átomos de hidrogênio?
2. Desenhe a molécula de metano utilizando esferas para representar os átomos de hidrogênio e de carbono e traços para representar as ligações covalentes entre esses átomos.
3. Represente a molécula de metano, da questão 2, dentro de um tetraedro.
4. A geometria tetraédrica é característica de estruturas em que um átomo central se liga a quatro ligantes. Faça uma cadeia com três dos modelos feitos neste experimento e desenhe em seu caderno uma cadeia com três átomos de carbono e seus respectivos átomos de hidrogênio, utilizando os símbolos (C para cada carbono e H para cada hidrogênio) e traços (—) para representar as ligações covalentes entre esses átomos.

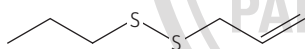
22. O colesterol é um composto essencial para o nosso organismo, ainda que em excesso possa contribuir para a arteriosclerose. Sua fórmula estrutural é:



- Qual é o grupo funcional nele presente?
 - O que será mais relevante para a sua solubilidade em água, o grupo OH ou a longa cadeia de átomos de carbono?
 - Escreva a fórmula molecular desse composto.
 - Classifique a cadeia carbônica.
23. Indique qual das substâncias deve apresentar maior temperatura de ebulição e qual é mais solúvel em água. Justifique suas escolhas.

- CH_3OH
- CH_3CH_3
- $\text{CH}_3\text{CHCH}_3\text{OH}$

24. A substância de fórmula estrutural



é conhecida por alilpropildissulfeto e é uma das substâncias responsáveis pelo cheiro do alho.

Com base na fórmula estrutural dessa substância, nas massas atômicas ($\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$; $\text{S} = 32$) e nos seus conhecimentos de Química, indique a alternativa correta.

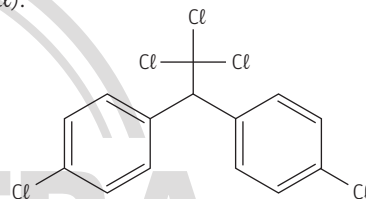
- A sua fórmula molecular é $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{S}_2$.
 - A sua massa molar é $119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - A porcentagem, em massa, de enxofre é aproximadamente 43%.
 - Apesar de presente no alho, é uma substância inorgânica, pois tem enxofre em sua estrutura.
 - A substância é formada por moléculas de geometria plana, como indica sua fórmula estrutural.
25. Friedrich Wöhler comprovou que compostos orgânicos podem ser obtidos por meio de reações de síntese quando sintetizou a ureia, de maneira acidental. No caso, o cianato de prata (AgOCN) reagiu com o cloreto de amônio (NH_4Cl) sob aquecimento, fornecendo como produto a ureia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Utilizando essas informações, escreva a reação de formação da ureia.

26. De acordo com seu conhecimento sobre as ligações químicas, e sabendo que o carbono possui quatro elétrons na última camada, responda:

- Para seguir o modelo do octeto, o átomo de carbono perde elétrons, ganha elétrons, ou estes são compartilhados quando ele se liga a outros ametais?
- Qual é a natureza da ligação química do átomo de carbono com os átomos de ametais?

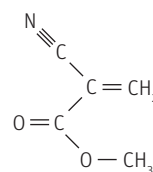
27. Considere o trecho:

[...] Um marco importante para a Química foi a descoberta da atividade inseticida do [...] DDT. Esse inseticida foi utilizado pela primeira vez em 1943, durante a Segunda Guerra Mundial, para combater piolhos que infestavam tropas norte-americanas na Europa e que transmitiam uma doença chamada tifo exantemático [...]. O DDT é classificado como um organoclorado, composto por átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e cloro (Cl).

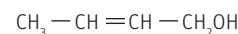


BRAIBANTE, Mara E. F.; ZAPPE, Janessa A. A química dos agrotóxicos. *Química nova na escola*, v. 34, n. 1, fev. 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2016.

- Quantos átomos de carbono, hidrogênio e cloro existem na fórmula química desse composto?
 - De acordo com a variação de eletronegatividade na Tabela Periódica, discuta como seria a polaridade das ligações entre os átomos de carbono e cloro e de carbono e hidrogênio.
 - Sabendo que compostos insolúveis são mais persistentes no meio ambiente, o que se pode dizer da persistência do DDT?
 - Classifique o único carbono que não faz parte da cadeia aromática nem está ligado a nenhum cloro.
28. A fórmula estrutural de um composto orgânico pode ser escrita sem os símbolos dos átomos de C e H.
- Com base nesse critério, escreva as fórmulas dos compostos a seguir.



I



II

- Classifique as cadeias em: saturada, insaturada, homogênea, heterogênea, normal e ramificada.

Philae revela presença de quatro moléculas orgânicas em cometa



Centro Aeroespacial Alemão

Concepção artística da sonda Rosetta pousando em solo do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Os novos resultados científicos da exploração inédita do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko revelam estruturas e características inesperadas, entre elas a presença de quatro moléculas orgânicas, fundamentais para a vida, nunca antes observadas nestes pequenos corpos celestes.

Estas são as principais conclusões tiradas dos dados e análises efetuados pelos instrumentos do robô Philae, que pela primeira vez na história conseguiu coletar dados diretamente do núcleo de um cometa.

[...]

As quatro moléculas detectadas sobre o cometa entram numa cadeia de evolução química que pode levar à formação de elementos fundamentais para a vida [...].

A descoberta foi feita pouco depois da movimentada chegada de Philae em 12 de novembro de 2014 – após sua separação da sonda Rosetta – por um de seus dez instrumentos.

Ao todo, puderam ser identificados 16 compostos que puderam se repartir em seis classes de moléculas orgânicas – dentre eles álcoois e aminas. Entre estas moléculas, quatro nunca antes encontradas até hoje num cometa, são, por exemplo, o metil e a acetona – precursores das

moléculas fundamentais para a vida, como os açúcares e os aminoácidos.

[...]

Estas observações dão um panorama dos processos químicos que se produzem no núcleo de um cometa e mesmo na nuvem de poeira que, ao afundar, deu origem ao sistema solar há 4,6 bilhões de anos, segundo os astrônomos.

[...]

Origem da vida

Na medida em que os cometas não sofreram mudanças desde a emergência do sistema solar, é possível deduzir destas observações que estes compostos orgânicos [...] já estavam aglomerados na forma de grãos de diversos milímetros [...].

Acreditava-se até então que apenas pequenas moléculas orgânicas pairavam no gelo dos núcleos cometários.

São estes grãos que, ao chegarem aos oceanos da Terra e talvez de outros planetas e luas do Sistema Solar, teriam favorecido o surgimento da vida, estimam os autores destes trabalhos.

[...]

G1. Philae revela presença de quatro moléculas orgânicas em cometa. 3 jul. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/07/philae-revela-presenca-de-quatro-moleculas-organicas-em-cometa.html>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

PARA DISCUTIR

1. Que tipos de moléculas foram encontradas no cometa e o que se deduz delas?
2. Pesquise com seus colegas as funções orgânicas presentes em açúcares e aminoácidos.
3. O que se conclui sobre os compostos orgânicos sabendo que os cometas não sofreram mudanças desde a emergência do Sistema Solar?
4. O que, segundo os autores do referido trabalho, teria favorecido o surgimento da vida na Terra?

29. (Fuvest-SP) Quais são os quatro elementos mais frequentemente encontrados nos compostos orgânicos?

30. (Enem) A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

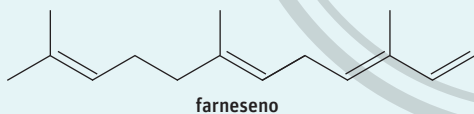
SANTOS, W. L. P.; MÖL, G. S. (Coord.). *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é:

- a) $C_{18}H_{36}$
- b) $C_{17}H_{33}COONa$
- c) CH_3CH_2COONa
- d) $CH_3CH_2CH_2COOH$
- e) $CH_3CH_2CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_3$

31. (UFRGS-RS) A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é responsável por transformar o caldo de cana em etanol. Modificações genéticas permitem que esse microrganismo secrete uma substância chamada farneseno, em vez de etanol. O processo produz, então, um combustível derivado da cana-de-açúcar, com todas as propriedades essenciais do *diesel* de petróleo, com as vantagens de ser renovável e não conter enxofre. Considere as seguintes afirmações a respeito do farneseno.

UFRGS/ Fac-símile: ID/BR

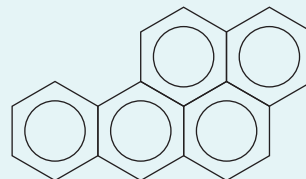


- I. A fórmula molecular do farneseno é $C_{16}H_{24}$
- II. O farneseno é um hidrocarboneto acíclico insaturado.
- III. O farneseno apresenta apenas um único carbono secundário.

Quais estão **corretas**?

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

32. (PUC-MG) O benzopireno é um composto aromático formado na combustão da hulha e do fumo. Pode ser encontrado em carnes grelhadas, em carvão ou peças defumadas. Experiências em animais comprovaram sua potente ação cancerígena. Apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Sua fórmula molecular é:

- a) $C_{22}H_{14}$
- b) $C_{20}H_{20}$
- c) $C_{22}H_{18}$
- d) $C_{20}H_{14}$
- e) $C_{20}H_{12}$

33. (Uece) Existem mais de 600 espécies de eucalipto. É utilizado na fabricação de remédios e na da celulose. Também é bastante usado em desinfetantes e cosméticos. Sua madeira serve para produzir carvão e também tábuas. Pode-se afirmar, **corretamente**, que:

- a) o eucalipto possui ponto de fusão definido.
- b) a celulose é um composto inorgânico.
- c) os desinfetantes e os cosméticos são substâncias alotrópicas.
- d) a madeira é um material orgânico.

34. (Enem) A China comprometeu-se a indenizar a Rússia pelo derramamento de benzeno de uma indústria petroquímica chinesa no rio Songhua, um afluente do rio Amur, que faz parte da fronteira entre os dois países. O presidente da Agência Federal de Recursos de Água da Rússia garantiu que o benzeno não chegará aos dutos de água potável, mas pediu à população que fervesse a água corrente e evitasse a pesca no rio Amur e seus afluentes. As autoridades locais estão armazenando centenas de toneladas de carvão, já que o mineral é considerado eficaz absorvente de benzeno.

Internet: <jbonline.terra.com.br>. Com adaptações.

Levando-se em conta as medidas adotadas para a minimização dos danos ao ambiente e à população, é **correto** afirmar que:

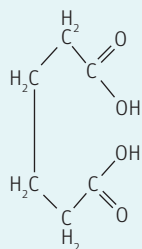
- a) o carvão mineral, ao ser colocado na água, reage com o benzeno, eliminando-o.
- b) o benzeno é mais volátil que a água e, por isso, é necessário que esta seja fervida.
- c) a orientação para se evitar a pesca deve-se à necessidade de preservação dos peixes.
- d) o benzeno não contaminaria os dutos de água potável, porque seria decantado naturalmente no fundo do rio.
- e) a poluição causada pelo derramamento de benzeno da indústria chinesa ficaria restrita ao rio Songhua.

35. (Fuvest-SP) Os átomos, na molécula de um hidrocarboneto, são ligados entre si por:

- a) ligações iônicas.
- b) ligações covalentes.

- c) pontes de hidrogênio.
- d) ligações metálicas.
- e) forças de Van der Waals.

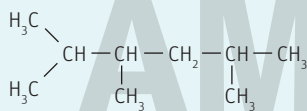
36. (PUC-RS) O ácido adípico, de fórmula



é empregado na fabricação do náilon e apresenta cadeia carbônica:

- a) saturada, aberta, homogênea e normal.
- b) saturada, aberta, heterogênea e normal.
- c) insaturada, aberta, homogênea e normal.
- d) insaturada, fechada, homogênea e aromática.
- e) insaturada, fechada, homogênea e alicíclica.

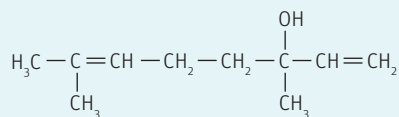
37. (UFPA) No composto:



as quantidades totais de átomos de carbono primário, secundário e terciário são, respectivamente, iguais a:

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

38. (UFPA) O linalol, substância isolada do óleo de alfa-zema, apresenta a seguinte fórmula estrutural:

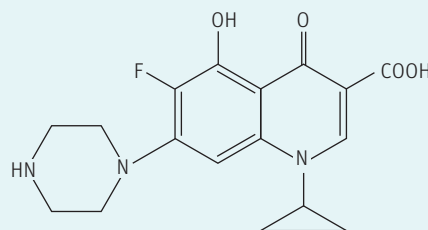


Essa cadeia carbônica é classificada como:

- a) acíclica, normal, insaturada e homogênea.
- b) acíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
- c) alicíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
- d) alicíclica, normal, saturada e heterogênea.
- e) acíclica, ramificada, saturada e heterogênea.

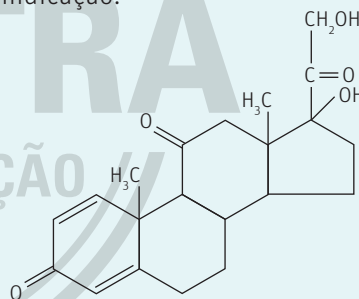
39. (UFSCar-SP) O cipro (ciprofloxacino) é um antibiótico administrado por via oral ou intravenosa, usado contra infecções urinárias e, recentemente,

seu uso tem sido recomendado no tratamento do antraz, infecção causada pelo microrganismo *Bacillus anthracis*. A fórmula estrutural desse antibiótico é mostrada na figura.



- a) Qual é a fórmula molecular desse antibiótico?
- b) Qual é a porcentagem em massa de carbono?

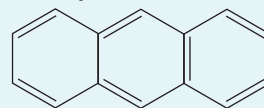
40. (Cesgranrio-RJ) A prednisona é um glicocorticoide sintético de potente ação antirreumática, anti-inflamatória e antialérgica, cujo uso, como de qualquer outro derivado da cortisona, requer uma série de precauções em função dos efeitos colaterais que pode causar. Os pacientes submetidos a esse tratamento devem ser periodicamente monitorados, e a relação entre o benefício e as reações adversas deve ser um fator preponderante na sua indicação.



Com base na fórmula estrutural apresentada anteriormente, qual é o número de átomos de carbono terciários que ocorrem em cada molécula da prednisona?

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6
- e) 7

41. (Fatec-SP) A fórmula estrutural abaixo representa o antraceno, substância importante como matéria-prima para a obtenção de corantes.



Examinando-se essa fórmula, nota-se que o número de átomos de carbono na molécula do antraceno é:

- a) 3
- b) 10
- c) 14
- d) 18
- e) 25

Uma palavra, vários significados

Uma palavra pode ter diferentes **acepções**. O termo *bateria*, por exemplo, pode referir-se ao dispositivo que armazena energia mediante procedimentos eletroquímicos (como a bateria de um automóvel); ao instrumento de percussão utilizado em música; ao conjunto de peças, dispositivos ou subdivisões que se completam ou somam forças ou propriedades (como em “vencedor da terceira bateria da competição”); e a uma grande quantidade (como em “o médico solicitou uma bateria de exames”). O mesmo ocorre com outras palavras, como *cálculo*, que pode referir-se à operação matemática ou aos depósitos minerais que se formam anormalmente na vesícula ou nos rins.

De acordo com o dicionário, *acepção* é cada um dos muitos sentidos associados a palavras ou expressões cuja significação pode variar de acordo com o contexto em que são usadas. Alguns sinônimos de *acepção* são *interpretação*, *sentido* e *significação*.

No primeiro capítulo deste volume, você viu que o termo *orgânico*, inicialmente, era associado a substâncias que só podiam ser extraídas de animais ou plantas. Tendo em vista a dependência dos organismos vivos para obter tais substâncias, em 1777, o químico sueco Torbern O. Bergman definiu a Química Orgânica como a química dos compostos existentes nos organismos vivos e a Química Inorgânica como a química dos minerais. Entretanto, durante a primeira metade do século XIX, cientistas descobriram que os compostos orgânicos podiam ser sintetizados em laboratório. Com o passar dos anos e a aceitação desses resultados pela comunidade científica, a definição de Química Orgânica foi alterada para o que se conhece atualmente, ou seja, parte da química que estuda os compostos de carbono.

A palavra *orgânico* em uma embalagem de produto comercializado, no entanto, não possui esse significado. Ela indica que o alimento é produzido de acordo com normas específicas e que está certificado por uma agência legalmente instituída. No Brasil, a produção de alimentos “orgânicos” está regulamentada pela Lei Federal n. 10831, de 23 de dezembro de 2003.

Diferentemente do que muitos pensam, o cultivo sem o uso de agrotóxicos não é o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico”. De acordo com a referida lei, “considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente”.



Conforme a legislação brasileira, o consumidor reconhece o produto orgânico por meio do selo de certificação ou pela declaração de cadastro do produtor orgânico familiar.

Os produtos “orgânicos” comercializados *in natura* são os de maior destaque no país, sobretudo as hortaliças. Entre os produtos orgânicos destinados à exportação, os mais expressivos são soja, café, cacau, açúcar mascavo, erva-mate, suco de laranja, mel, frutas secas, castanha de caju, óleos essenciais, óleo de palma, frutas tropicais, palmito, guaraná e arroz. Eles são exportados principalmente para o Japão, os EUA e a União Europeia, países e regiões que culturalmente remuneram com melhor preço os produtos que adquirem, quando comparados com a média dos preços praticados nos países produtores.

Estima-se que 90% dos agricultores “orgânicos” no Brasil sejam pequenos produtores ligados a ONGs e cooperativas. Os 10% restantes correspondem aos grandes produtores vinculados a empresas privadas. Por ter um custo mais elevado e, conseqüentemente, preço mais alto do que o dos produtos convencionais, os produtos “orgânicos” são comercializados principalmente em regiões onde a renda é mais elevada.

Os custos da certificação representam um obstáculo para os pequenos produtores. Esses custos incluem, além da filiação à agência certificadora e a inscrição, diárias de inspeção, despesas de deslocamento de auditores e análises de resíduos nos produtos. O uso da marca de certificação também tem um custo, podendo ser pré ou pós-fixado e ultrapassar a soma de R\$ 4 000,00 por produto. Os contratos de certificação têm validade de um ano, sendo permitidas tantas renovações quantas forem solicitadas pelos interessados.

Uma vantagem é que as agências certificadoras fornecem informações técnicas aos produtores e, com isso, agregam valor aos alimentos “orgânicos”. Tal processo ocorre simultaneamente ao de produção, enquanto nos alimentos convencionais isso ocorre em uma fase posterior, por meio da seleção, da embalagem, do processamento, etc.

A conversão de uma propriedade convencional em uma que realiza cultivo “orgânico” é um gargalo para a expansão desse sistema de cultivo, pois nos primeiros anos de agricultura “orgânica” a produtividade é baixa, o que pode representar prejuízos para o produtor.

O binômio saúde/alimentação vem despertando a atenção do consumidor, especialmente impulsionado pelas propagandas veiculadas nos meios de comunicação. Não é, portanto, surpreendente que os alimentos “orgânicos” estejam em ampla expansão. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), esse foi o setor de alimentos no mundo que cresceu com maior taxa entre o período de 1995 a 2005 (cerca de 15% a 20% ao ano), enquanto o setor de alimentos “não orgânicos” cresceu em torno de 4% a 5% ao ano, no mesmo período.

Fontes de pesquisa: Unicamp e Anvisa. Disponíveis em: <http://www.unicamp.br/nepa/arquivo_san/Alimentos_organicos.pdf>; <<http://www.anvisa.gov.br/faqdinamica/asp/usuario.asp?usersecoes=28&userassunto=40>>. Acessos em: 29 mar. 2016.

ATIVIDADES

1. Pesquise em um dicionário as diferentes acepções da palavra **fenômeno**. Indique qual delas se aplica ao termo em cada frase a seguir.
 - a) “Segundo o químico, o fenômeno não oferece risco à saúde das pessoas.”
 - b) “Ele é um fenômeno em esportes.”
2. É comum deparar-se, em noticiários e embalagens de produtos comercializados, com a expressão “alimentos cultivados sem o uso de produtos químicos”. Qual a acepção da expressão “produtos químicos” nesse caso? Discuta em grupo sobre as possíveis razões da escolha dessa expressão para esse contexto de uso.
3. Sugira outro termo que poderia ser utilizado no lugar de “orgânico” na expressão “alimento orgânico”.
4. Há benefícios e desvantagens em consumir alimentos “orgânicos”. Cite alguns deles.
5. Quando não é possível consumir alimentos “orgânicos”, uma opção para diminuir a ingestão de aditivos agrícolas sintéticos é comprar frutas, legumes e verduras da época. Alimentos fora da época costumam receber cargas maiores de aditivos. Faça uma pesquisa e monte um calendário com a melhor época para consumir os alimentos de que você mais gosta.

Isomeria: compostos diferentes, mesma composição

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Isomeria plana.

Isomeria *cis-trans* ou geométrica.

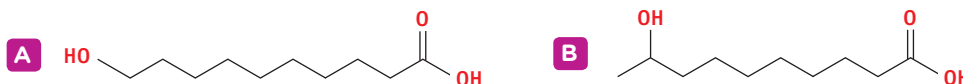


Gerry Ellis/Minden Pictures/Fotoarena

As abelhas do gênero *Apis mellifera* vivem em colônias divididas em castas, nas quais cada indivíduo tem uma função para a manutenção da colônia. Observe que a abelha rainha é maior que as demais (ao centro, mais à direita da foto).

É possível distinguir a abelha rainha das operárias visualmente, pela sua aparência. No entanto, entre si, elas usam uma sinalização química.

Observe as fórmulas estruturais das moléculas abaixo:



Elas apresentam a mesma fórmula molecular ($C_{10}H_{18}O_3$) e a única diferença estrutural é a posição de um grupo hidroxila (OH). Compostos diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular são chamados de **isômeros**.

Para as abelhas essa mudança é muito significativa, já que somente a abelha rainha produz a molécula B. Essa molécula faz parte do feromônio mandibular da rainha, que é a substância capaz de atrair os machos e inibir o desenvolvimento reprodutor das abelhas operárias, fazendo com que somente a abelha rainha seja capaz de se reproduzir. Com isso, a abelha rainha exerce certo controle químico que mantém a estratificação da colmeia, entre rainha e operárias.

Neste capítulo, você vai estudar a isomeria e as particularidades dos isômeros.

Isomeria de cadeia ou constitucional

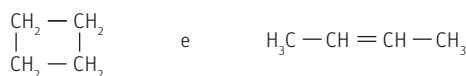
Quando dois compostos têm a mesma fórmula molecular e pertencem à mesma função, mas apresentam diferenciação na cadeia principal, diz-se que possuem **isomeria de cadeia**.

Os três tipos de isomeria de cadeia mais importantes são:

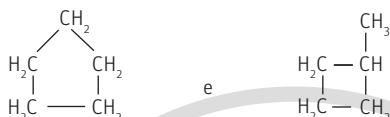
- **Isomeria entre cadeia aberta não ramificada e cadeia aberta ramificada.** Exemplo:



- **Isomeria entre cadeias fechada e aberta.** Exemplo:



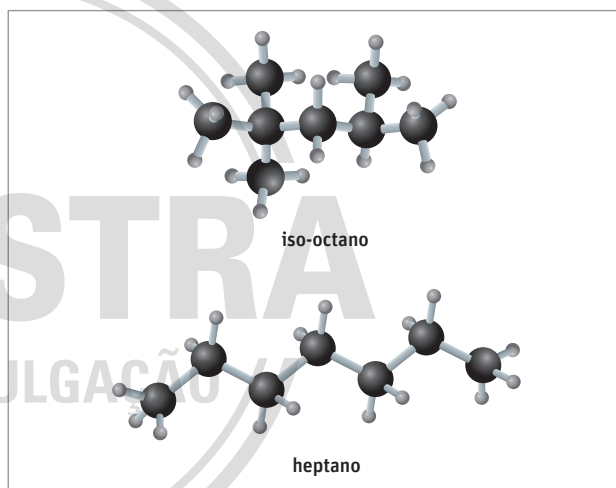
- **Isomeria entre cadeia fechada não ramificada e cadeia fechada ramificada.** Exemplo:



Observação: em algumas publicações, as isomerias planas de cadeias cíclicas são chamadas de **isomeria de núcleo**.

O iso-octano é um dos produtos da destilação do petróleo mais importantes como combustível automotivo, pois suas ramificações permitem uma combustão gradativa, homogênea e constante. Em contrapartida, a combustão do octano é mais brusca, irregular, produzindo impactos inconstantes nos pistões, que causam perda de potência. O heptano (*n*-heptano) também está presente na gasolina comercial, mas seu desempenho na combustão é bem pior que o do octano.

As esferas pretas representam átomos de carbono, e as cinza, átomos de hidrogênio. Representações em cores-fantasia.



AMJ Studio/D/BR

SAIBA MAIS

Índice de octanagem

O índice de octanagem de um combustível indica o desempenho desse combustível sob as condições de funcionamento do motor. Portanto, quanto maior for o índice de octanagem, melhor será o desempenho do motor em que ele for utilizado.

As refinarias de petróleo controlam o nível de octanagem da gasolina que produzem, cuidando para que sejam atendidas as especificações necessárias, antes da distribuição ao consumidor final.

Para determinar o índice de octanagem de um combustível qualquer, compara-se o funcionamento de um motor-padrão de um cilindro trabalhando com esse combustível com o funcionamento do mesmo motor com misturas de heptano (mau combustível) e iso-octano (bom combustível). O índice **zero** é atribuído ao heptano puro, e o índice 100, ao iso-octano puro. O combustível em análise tem seu índice de octana-

gem estabelecido com base nessa comparação de desempenho.

O uso de uma gasolina com baixo índice de octanagem resulta em perda de potência do motor do veículo e aumento dos gastos com combustível — o que contribui para um impacto negativo no meio ambiente.



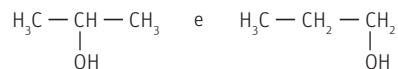
Combustíveis de baixo índice de octanagem podem prejudicar o funcionamento de motores, como o motor de automóvel mostrado na foto ao lado.

Isomeria de posição

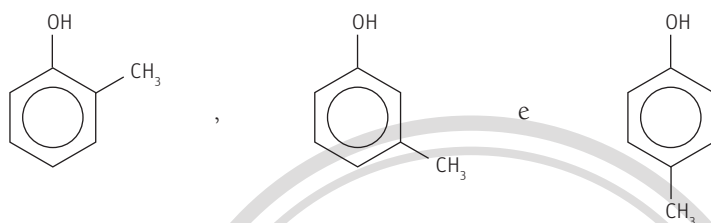
Quando os compostos apresentam a mesma massa molecular, pertencem ao mesmo grupo funcional, possuem a mesma cadeia principal, mas se diferenciam quanto à posição de um grupo funcional, de um grupo substituinte ou de uma insaturação, são chamados de **isômeros de posição**.

Veja alguns casos.

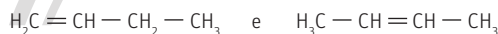
- **Isomeria quanto à posição do grupo funcional.** Exemplo:



- **Isomeria quanto à posição do grupo substituinte.** Exemplo:



- **Isomeria quanto à posição da insaturação.** Exemplo:

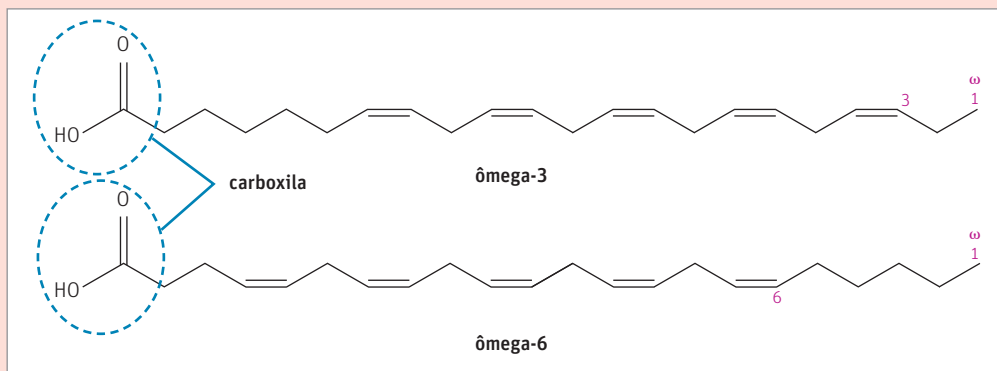


QUÍMICA E BIOLOGIA

PARA DIVULGAÇÃO

Ácidos graxos são fundamentais ao organismo

Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 são ácidos carboxílicos de longa cadeia carbônica com duas ou mais insaturações, em que a primeira dupla-ligação está disposta no terceiro e no sexto átomo de carbono a partir da extremidade oposta à carboxila, respectivamente. Alguns desses ácidos apresentam diferentes tipos de isomeria, entre as quais a isomeria de posição. Exemplos:

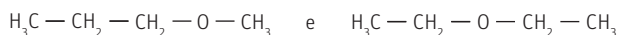


Peixes gordurosos, como o salmão, o atum e a sardinha, e óleos vegetais, como o de nozes, o de amêndoas e o de avelãs, são fontes dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, fundamentais ao organismo. Esses ácidos graxos possuem insaturações em sua cadeia carbônica e não só ajudam a combater algumas doenças do sistema circulatório, entre as quais a arteriosclerose, doenças vasculares e trombose, como também combatem processos inflamatórios, artrite e a proliferação tumoral.

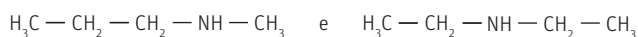
Isomeria de compensação ou metameria

Quando os isômeros pertencem ao mesmo grupo funcional, apresentam a mesma cadeia principal heterogênea, mas se diferenciam quanto à posição de um heteroátomo, diz-se que são **isômeros de compensação** ou **metâmeros**.

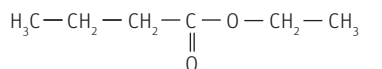
- **Isomeria de compensação em éteres.** Exemplo:



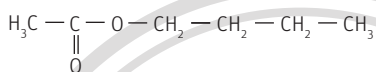
- **Isomeria de compensação em aminas.** Exemplo:



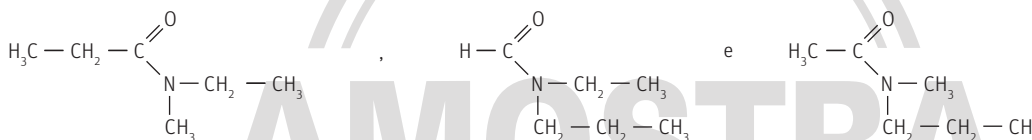
- **Isomeria de compensação em ésteres.** Exemplo:



e



- **Isomeria de compensação em amidas.** Exemplo:

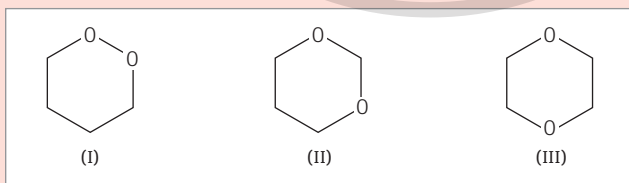


➤ AÇÃO E CIDADANIA

Um metâmero indesejado

Alguns metâmeros podem aparecer de modo indesejado durante a produção de xampus, cremes dentais, desodorantes, enxaguantes bucais e outros cosméticos. O caso mais comum é o das dioxanas, que são diéteres cíclicos de cadeias hexagonais com quatro átomos de carbono e dois átomos de oxigênio.

As dioxanas apresentam três isômeros de compensação. Veja as estruturas abaixo.



Estudos apontam que o metâmero (III) – dentre os três metâmeros, o mais comum – tem potencial carcinogênico para os seres humanos. Por isso as indústrias procuram eliminá-lo no processo de produção.

É a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que regulamenta o uso de substâncias que podem ou não estar na composição dos produtos.

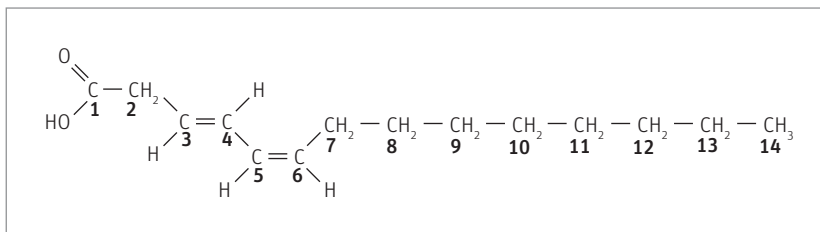
As dioxanas podem aparecer durante a produção de xampus.



Dr. Heinz Linke/Stock/Getty Images

Isomeria *cis-trans* ou geométrica

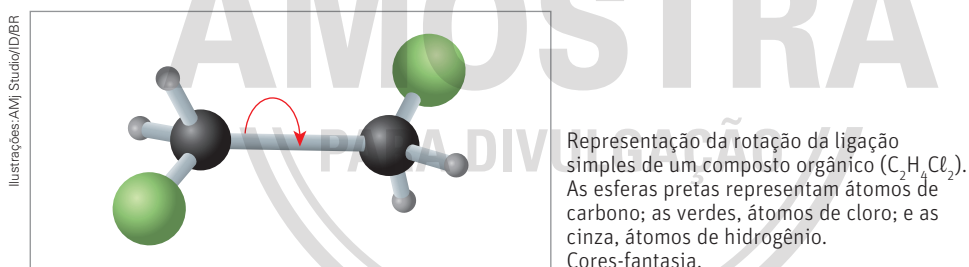
Alguns casos de isomeria só podem ser identificados quando se considera a disposição no espaço dos átomos que formam as moléculas da substância. É o caso, por exemplo, de estruturas como a representada pela fórmula estrutural abaixo.



Esse ácido carboxílico é o feromônio de acasalamento de determinada espécie de inseto. Pode-se observar, pela estrutura de suas moléculas, que os átomos de hidrogênio que estão ligados aos átomos de carbono 3 e 4 encontram-se em lados opostos da dupla-ligação carbono-carbono (chamada de configuração *trans*), enquanto os átomos de hidrogênio ligados aos átomos de carbono 5 e 6 estão do mesmo lado da outra dupla-ligação carbono-carbono (denominada configuração *cis*). A troca de posição dos grupos ligados a uma dessas insaturações corresponderia a outra substância com propriedades diferentes e que não seria reconhecida pelo inseto.

Ocorrência de isomeria geométrica

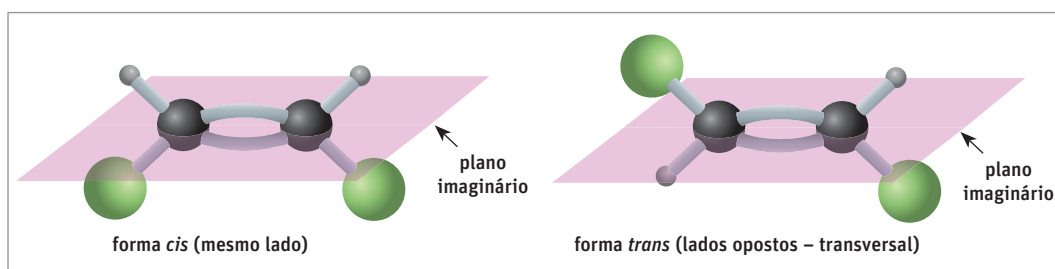
Na Química Orgânica, a isomeria geométrica aparece com frequência em compostos que apresentam duplas-ligações entre átomos de carbono. Nos compostos de ligações simples essa isomeria não é possível. Veja o seguinte exemplo.



Representação da rotação da ligação simples de um composto orgânico ($C_2H_4Cl_2$). As esferas pretas representam átomos de carbono; as verdes, átomos de cloro; e as cinza, átomos de hidrogênio. Cores-fantasia.

A ligação simples entre os átomos de carbono funciona como um eixo e permite que haja rotação. Nesse composto, a livre rotação da ligação simples entre os átomos de carbono possibilita que a molécula adquira várias conformações sem a formação de produtos diferenciados.

Caso os átomos de carbono se apresentem unidos por dupla-ligação, esta não permitirá a livre rotação dos átomos na molécula. Uma diferente disposição espacial a partir de um plano imaginário indica compostos diferentes. Observe o seguinte exemplo.



Representação em cores-fantasia de formas *cis* e *trans*.

A ligação dupla entre os átomos de carbono propicia a formação de compostos com mesma fórmula molecular ($C_2H_2Cl_2$), mas com construções espaciais **distintas**.

Isomeria geométrica em compostos alifáticos cíclicos

Diferentemente das cadeias abertas, os compostos cíclicos não necessitam de dupla-ligação entre átomos de carbono para apresentar isomeria espacial geométrica. Basta, para isso, que dois dos átomos de carbono do anel possuam, ligados a eles, grupos diferentes entre si. Isso acontece porque o próprio ciclo funciona como plano de referência. Veja o exemplo a seguir.



Quando não ocorre isomeria geométrica

Nem sempre a presença de ligação dupla entre átomos de carbono indica isomeria geométrica. Veja os seguintes exemplos.



Nessa estrutura, só há um grupo diferenciado (em roxo), o que impede a existência de isômeros *cis-trans*.



A presença de dois grupos iguais ligados a um mesmo átomo de carbono inviabiliza a formação de isômeros geométricos.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Ponto de vista

Designam-se genericamente como “vitamina A” todos os retinoides com atividade biológica de vitamina. As três formas de vitamina A ativas encontradas no organismo são: retinol (um álcool), retinal (um aldeído) e ácido retinoico (um ácido carboxílico).

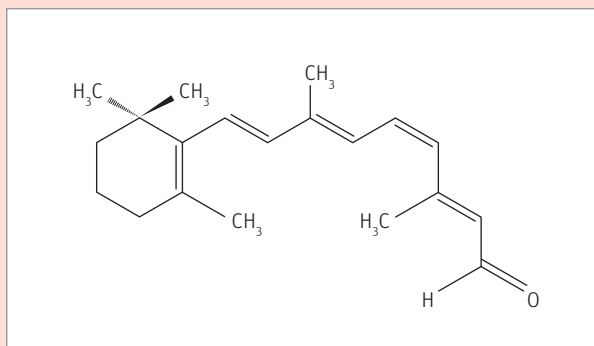
A molécula de retinal é fundamental à visão. Sua estrutura molecular apresenta dupla-ligação entre alguns de seus átomos de carbono. Isso permite a formação

das versões *cis* e *trans*. Uma particularidade dessas duplas ligações é a possibilidade de deslocar elétrons. Esse deslocamento permite a absorção da luz que incide sobre os cones e bastonetes dos olhos e, em consequência, nosso cérebro pode identificar imagens.

A deficiência de vitamina A resulta em dificuldade de enxergar durante a noite ou em ambientes pouco iluminados, o que é conhecido por “cegueira noturna”.



A isomeria *cis-trans* é essencial para a visão.



Fórmula estrutural da molécula de retinal.

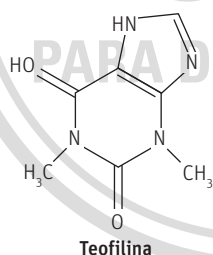
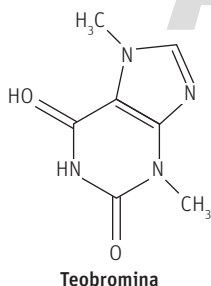
1. Abaixo estão representadas as fórmulas estruturais de três moléculas distintas.

Molécula A	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Molécula B	$\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
Molécula C	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Analisando as fórmulas dadas, responda:

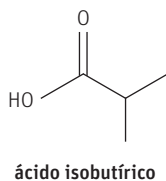
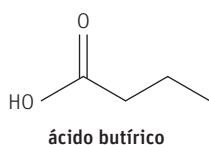
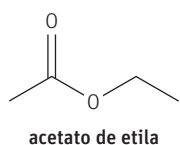
- Qual a fórmula molecular de cada uma das moléculas representadas acima?
 - Explique por que elas podem ser chamadas de isômeros planos.
 - Classifique quanto à isomeria as moléculas A e B.
 - Classifique quanto à isomeria as moléculas A e C.
2. Quantos isômeros planos podem existir com a fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$? Identifique os tipos de isomeria apresentados entre eles.

3. A teofilina e o teobromina são alcaloides da mesma família que a cafeína. A teobromina é encontrada sobretudo, em produtos de cacau, tem ação diurética enquanto a teofilina é encontrada em algumas variedades de chás, tem predominantemente efeito bronco dilatador.



- Qual o tipo de isomeria existente entre a teofilina e a teobromina?
- A teofilina e a teobromina são encontradas em bebidas estimulantes. Qual a sua opinião sobre o consumo dessas bebidas? Discuta com os colegas sobre benefícios e malefícios.

4. Observe as estruturas dos compostos abaixo:

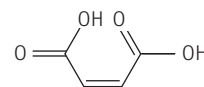
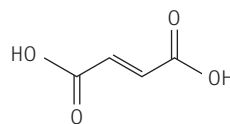


Analise as afirmações e responda em seu caderno se elas são falsas ou verdadeiras. Justifique suas respostas.

- O ácido butírico apresenta cadeia carbônica normal, enquanto o ácido isobutírico apresenta cadeia carbônica ramificada.
 - A fórmula molecular do ácido butírico e o ácido isobutírico é $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.
 - O ácido butírico e o ácido isobutírico são isômeros de cadeia.
 - O acetato de etila não é isômero dos outros dois compostos.
 - O acetato de etila e o ácido butírico são isômeros de função.
5. O ácido fumárico é um ácido orgânico que está presente em algumas espécies de fungos e plantas. Quando nossa pele é exposta ao sol, o organismo produz, além de outras substâncias, o ácido fumárico, que tem ação antioxidante e pode reduzir os danos provocados pelos radicais livres. Devido à sua ação antioxidante e por não ser tóxico, ele é utilizado como aditivo alimentar em alguns países. Além de seu uso na indústria alimentícia, é também empregado como matéria-prima na produção de resinas sintéticas.

O ácido maleico, o isômero *cis* do ácido fumárico, é metabolizado por algumas espécies de bactérias. Diferentemente do ácido fumárico, o ácido maleico é tóxico tanto para seres humanos quanto para animais. Esse ácido é usado como matéria-prima na produção de ácido málico e ácido succínico — ambos utilizados na indústria alimentícia e, o segundo, na produção de poliésteres.

As estruturas abaixo representam as fórmulas estruturais dos dois isômeros geométricos, os ácidos fumárico e maleico.



- Qual isômero é o *trans* e qual é o *cis*?
- A temperatura de fusão de uma substância depende do tamanho da molécula e da interação intermolecular estabelecida entre elas. Compare as duas fórmulas e determine qual dessas substâncias deve possuir maior temperatura de fusão. Justifique sua resposta.

Atividade experimental

Isomeria plana

Objetivo

Representar as ligações entre os átomos com modelos formados por arruelas e barbantes e verificar o número de combinações possíveis entre os átomos de uma molécula.

Material

- 10 arruelas ou argolas de, aproximadamente, 3 cm de diâmetro
- 20 pedaços de barbante de 10 cm de comprimento
- etiquetas adesivas

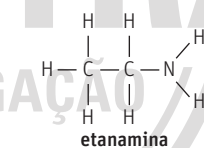
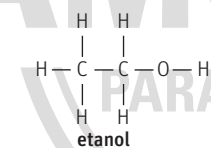
Procedimento

Parte A

1. Para representar os átomos de carbono, amarre as extremidades de quatro barbantes em uma arruela (cada pedaço de barbante corresponde a uma ligação química). Cada barbante deve ficar com uma extremidade livre. Use as etiquetas para identificar essas arruelas com o símbolo “C”.
2. Para representar o átomo de nitrogênio, amarre três barbantes em uma arruela. Cada barbante deve ficar com uma extremidade livre. Identifique essa arruela com o símbolo “N”.
3. Para os átomos de oxigênio, amarre dois barbantes em uma arruela. Identifique-a com o símbolo “O”.
4. Para representar os átomos de hidrogênio, amarre em cada arruela um barbante e identifique-as com o símbolo “H”.

Parte B

1. Monte, com os conjuntos arruelas-barbantes, uma estrutura que represente a molécula de etanol e de etanamina.



2. Ligue os átomos (arruelas) uns aos outros pelas pontas soltas dos barbantes (que representam as ligações). A extremidade livre de um barbante deve se prender à extremidade livre de outro. O conjunto não pode apresentar barbantes com pontas soltas.
3. Verifique se é possível combinar esses mesmos átomos de outra maneira. Se você encontrar outra estrutura que possa conter esses mesmos átomos respeitando o número de ligações que cada um pode fazer, escreva a fórmula estrutural plana dessa estrutura e identifique a função a que ela pertence.
4. Monte a estrutura do ácido etanoico ($\text{H}_3\text{C} - \text{COOH}$).

Resíduos

Os materiais podem ser armazenados e utilizados em outras atividades.

Observação: Para estabelecer uma ligação dupla, dois barbantes de um dos átomos devem se ligar a dois barbantes do outro.

Análise e discuta

1. A que função pertence o etanol?
2. A que função pertence a molécula que você montou com o outro arranjo de átomos do etanol?
3. Qual a função orgânica do isômero do ácido etanoico?
4. Determine as fórmulas estruturais dos isômeros do 2-metilfenol.
5. Quantos isômeros planos podem ser escritos com a fórmula molecular C_4H_8 ? Escreva os nomes oficiais de cada um deles.

A descoberta da isomeria

Composição e identidade das substâncias

Até o início do século XIX, os químicos acreditavam que a composição de uma substância, determinada por análises químicas e expressa através de fórmula empírica, com a indicação dos elementos e suas proporções relativas, era suficiente para definir a identidade dessa substância.

Por conta disso, a ideia de que duas substâncias distintas poderiam ter a mesma composição não era considerada pelos químicos da época. Qualquer indício de que duas substâncias claramente diferentes apresentavam, preliminarmente, a mesma composição era tido como um erro das análises químicas. Estas, por sua vez, deveriam ser refeitas com o objetivo de confirmar que tais substâncias possuíam, como se previa na época, diferentes composições.

No entanto, ao longo das primeiras décadas daquele século, análises químicas realizadas por diferentes químicos começaram, gradativamente, a pôr essa compreensão em dúvida ao identificar que um grupo de substâncias poderia, ao contrário do que se supunha, ter a mesma composição, mas, diferentes propriedades.

Controvérsias sobre a composição do fulminato de prata e cianato de prata

As análises químicas do fulminato de prata, feitas pelo alemão Justus von Liebig (1803-1873), e as do cianato de prata, feitas por seu contemporâneo Friedrich Wöhler (1800-1882), resultariam nos primeiros indícios de que duas substâncias diferentes poderiam possuir a mesma composição.

O estudo do ácido fulmínico e de seus derivados, como o fulminato de prata, gerava interesse dos químicos da época devido à extrema instabilidade desses compostos – um pequeno choque físico causava a explosão de tais substâncias. Essa propriedade levaria os fulminatos a serem empregados tanto para finalidades bélicas quanto pacíficas.

Diante disso, Liebig determinou a composição do fulminato de prata utilizando técnicas de análise recém-aprendidas no laboratório do químico francês Louis Gay-Lussac (1778-1850). Paralelamente, no laboratório do químico sueco Jöns Berzelius (1779-1848), Wöhler realizou investigações com o cianato de prata, uma substância que não apresentava a mesma instabilidade do fulminato de prata, determinando sua composição. Liebig tomou conhecimento dos resultados de Wöhler, que, para seu espanto,

indicavam que a composição do cianato de prata era idêntica a do fulminato de prata, pois ambas substâncias apresentavam a mesma porcentagem de prata, carbono, nitrogênio e oxigênio, com fórmula empírica AgCNO .

Liebig, inicialmente, contestou os resultados de Wöhler, apontando que as análises deveriam estar erradas, pois duas substâncias diferentes deveriam apresentar composições distintas. Wöhler, por sua vez, disponibilizou uma amostra do cianato de prata a Liebig, que confirmou os resultados já obtidos.

A concepção do conceito de isomeria

Berzelius tomou conhecimento da controvérsia entre Liebig e Wöhler. Com o intuito de resolvê-la, ele propôs que dois ou mais compostos poderiam ter a mesma composição, mas diferirem entre si pelo arranjo espacial de seus átomos na molécula. A diferença nos arranjos espaciais explicaria a diferença de propriedades de substâncias com a mesma composição. Esse fenômeno foi chamado por Berzelius de isomerismo, em que o termo isômero, do grego, significa partes iguais.

A explicação de Berzelius para esse novo fenômeno teve grande influência da teoria atômica de John Dalton (1766-1844), proposta anos antes e da qual ele tornou-se um adepto.

Dalton concebeu representações para os elementos conhecidos na época, como hidrogênio, nitrogênio, carbono, oxigênio, entre outros. Anos depois, Berzelius as substituiu pelas abreviações latinizadas dos elementos, tal como utilizamos hoje nas fórmulas moleculares (H para hidrogênio, N para nitrogênio, C para carbono, O para oxigênio, etc.).

Tanto as representações de Dalton como as de Berzelius, baseadas na teoria atômica, permitiram aos químicos dar os primeiros passos em relação à importância da disposição espacial dos átomos nas moléculas.

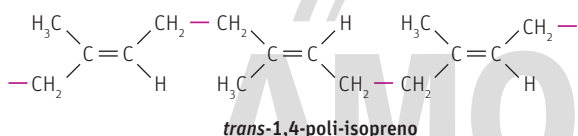
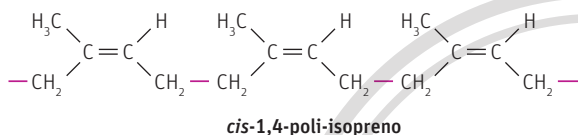
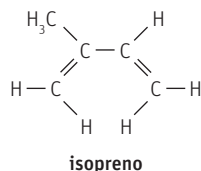
Os químicos desenvolveram teorias e representações para compreender em profundidade esse fenômeno, sistematizando diferentes tipos de isomeria, mas todas as representações tendo em comum que compostos com mesma composição podem ter diferentes propriedades.

	Hidrogênio
	Nitrogênio
	Carbono
	Oxigênio
	Água
	Amônia
	Gás olefiante (etileno)

ANALISE E DISCUTA

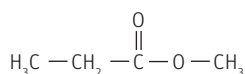
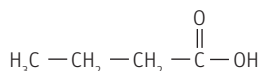
1. O que determinava a identidade de uma substância química no início do século XIX?
2. Como a controvérsia entre Liebig e Wöhler ajudou na descoberta do fenômeno de isomeria?
3. Qual a importância da teoria atômica de Dalton na explicação de Berzelius?

6. O isopreno (substância usada para produzir borracha sintética), durante o processo de polimerização (processo no qual as unidades de isoprenos são ligadas entre si formando uma longa cadeia), pode produzir dois tipos de estruturas de polímeros.



O *cis*-1,4-poli-isopreno é a borracha natural e também a sintética, que apresentam elasticidade acentuada. Já o *trans*-1,4-poli-isopreno, conhecido por guta-percha, não apresenta elasticidade, sendo cristalino e quebradiço à temperatura ambiente. Sabendo que as fórmulas moleculares de ambas as variações do poli-isopreno são iguais, justifique as diferentes características físicas apresentadas.

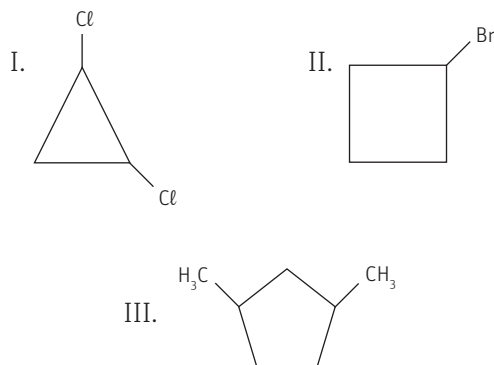
7. Após a análise de uma amostra orgânica, um químico isolou as duas substâncias abaixo representadas.



Essas duas substâncias apresentam que tipo de isomeria?

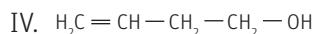
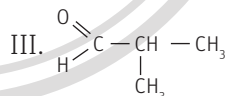
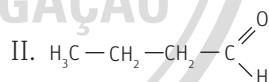
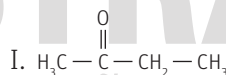
- Isomeria de cadeia.
- Isomeria de posição.
- Isomeria de função.
- Isomeria de compensação.
- Tautomeria.

8. Uma das três estruturas representadas a seguir não apresenta isomeria geométrica.



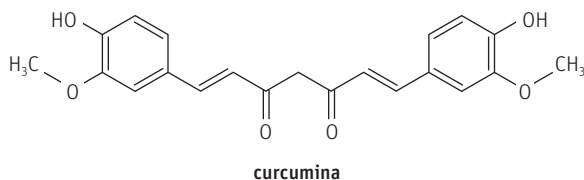
Identifique-a e represente os isômeros *cis-trans* dos outros compostos.

9. Os compostos orgânicos voláteis (COV) são substâncias orgânicas que vaporizam facilmente nas condições ambiente e reagem fotoquimicamente, ou seja, por meio da radiação eletromagnética, como a luz, a radiação ultravioleta, etc. A butanona ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) é um exemplo de COV. Observe, a seguir, as representações de diferentes compostos de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

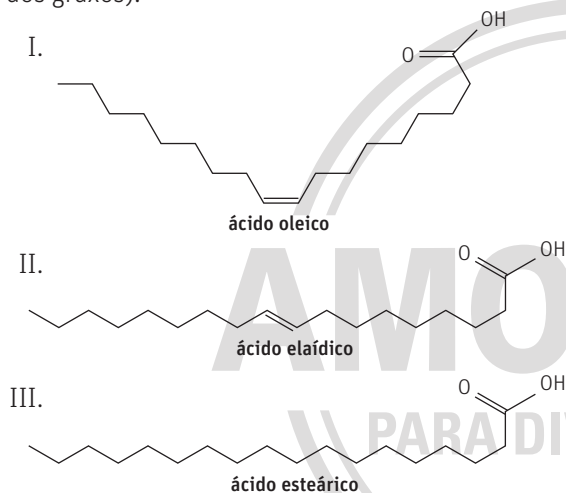


- Sabendo que a butanona é um composto que apresenta o grupo funcional cetona, determine qual das estruturas representa esta substância.
- Classifique em isomeria de função, de posição, de cadeia ou de compensação as outras representações em relação à butanona.
- Para que uma substância seja considerada um composto orgânico volátil, ela precisa possuir uma pressão de vapor alta ou baixa? Justifique sua resposta.
- Em grupos de três ou quatro alunos, pesquise em livros e sites sobre uma reação fotoquímica. Elabore uma pequena apresentação com informações sobre essa reação (onde ela ocorre, benefícios ou malefícios/vantagens ou desvantagens, etc.). Peça orientação ao professor sobre como deve ser feita essa apresentação.

10. A substância curcumina, representada a seguir, possui dois pontos que possibilitariam a formação de isomeria geométrica. Na cadeia, identifique os pontos que permitiriam a produção desses isômeros e o número possível de isômeros espaciais que poderiam ser produzidos.



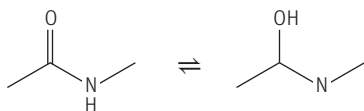
11. Abaixo estão representadas as estruturas de três ácidos carboxílicos de longa cadeia carbônica (ácidos graxos).



Indique:

- o ácido graxo saturado;
- o ácido graxo na conformação *cis*;
- o ácido graxo na conformação *trans*.

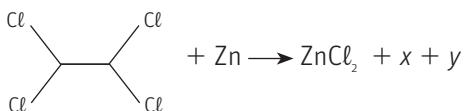
12. Considere o equilíbrio mostrado a seguir.



Que tipo de isomeria esse equilíbrio representa?

- isomeria de cadeia
- isomeria de função
- tautomeria
- metameria
- isomeria de posição

13. Observe a reação do tetracloreto de carbono com o zinco metálico:

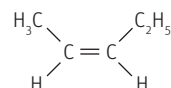


- a) Utilize fórmulas estruturais para mostrar os produtos x e y .

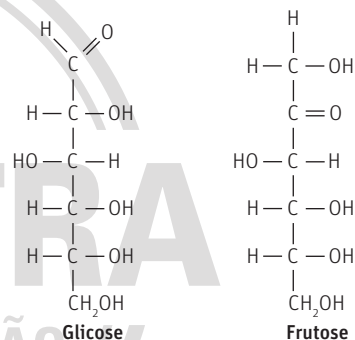
Dica: são duas substâncias isoméricas, em cujas moléculas há uma dupla-ligação e dois átomos de cloro.

- b) Mostre a diferença na geometria molecular dos dois compostos orgânicos isoméricos formados na reação.

14. Escreva em seu caderno os isômeros possíveis do alceno a seguir:

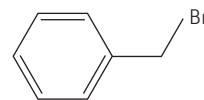


15. A glicose e a frutose são carboidratos encontrados em diversos tipos de alimentos. Observe as estruturas dessas duas moléculas:



- Qual tipo de isomeria podemos observar nessas moléculas?
- Escreva as funções orgânicas presente nessas moléculas.
- Classifique as cadeias carbônicas em saturada, insaturada, normal, ramificada, homogênea e heterogênea.

16. A bomba de gás lacrimogêneo é uma arma química não letal utilizada para controlar multidões. É assim classificada, pois pode dispersar um aglomerado de pessoas sem causar a morte delas. Um dos principais componentes desse gás é o brometo de benzila.



- Escreva os isômeros desse composto.
- Esse tipo de medida de contenção de pessoas é utilizado pela polícia em várias partes do mundo. Você concorda com o uso desse recurso? Consegue pensar em alternativas menos agressivas e mais eficientes? Compartilhe sua opinião com seus colegas.

No Amazonas, Inpa descobre que cravo-da-índia mata larvas da dengue

A especiaria possui eugenol, que se mostrou eficiente contra a larva. Mistura de cravo-da-índia e água mata larva do mosquito em até 24 horas.

Uma substância chamada eugenol, encontrada no cravo-da-índia, tem a capacidade de combater larvas de mosquito da dengue. A descoberta foi feita por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), que conseguiram se livrar das larvas do mosquito em 24 horas usando a especiaria.

A utilização da substância como um agente antipragas não é uma novidade, mas sim a sua eficácia contra o *Aedes aegypti*. O Inpa foi pioneiro em experimentar a capacidade característica da substância na prevenção do mosquito da dengue.

A fórmula está em processo de patente, mas é bem simples e pode ser feita em casa: basta bater no liquidificador 60 botões de cravo com uma xícara de água. É a concentração ideal para manter o efeito do eugenol. Não precisa peneirar. A mistura deve ser guardada na geladeira por até um ano.

A pesquisadora do Inpa, Ilea Brandão Rodrigues afirma que a aplicação também é simples. “Em pratos pequenos de 15 centímetros, serão aplicadas três gotas. Para pratos médios, o número de gotas a ser aplicadas passa de quatro. A mistura tem um efeito de aproximadamente 14 dias”, explicou.

A pesquisadora explica ainda que até mesmo nos reservatórios de água o produto pode ser usado, porque o cravinho é comestível. “Com isso, qualquer pessoa pode lançar mão que funciona”, garante.

[...]

G1, 27 mar. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2013/03/no-amazonas-inpa-descobre-que-cravo-da-india-mata-larvas-da-dengue.html>>. Acesso em: 31 mar. 2016.



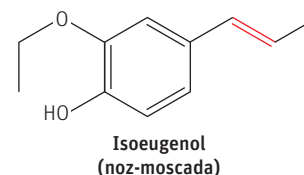
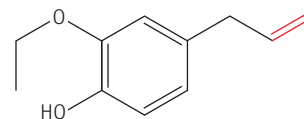
Agente de combate a endemias exhibe larvas de *Aedes aegypti* coletadas em caixa d'água. Belmonte (BA), 2016.



Os cravos-da-índia são cultivados em diversos países. Fotografia de 2013 mostra essa especiaria colocada para secar em calçadas de Bali, na Indonésia.

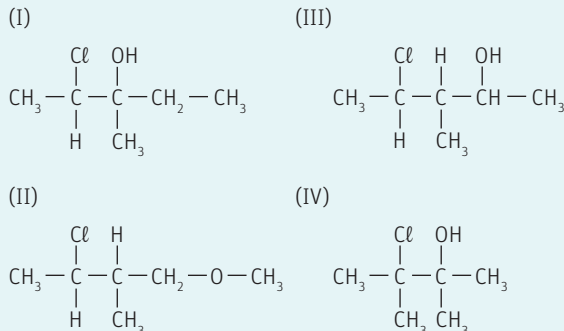
PARA DISCUTIR

1. De acordo com o texto, o eugenol é a substância responsável no combate ao mosquito da dengue. Observe ao lado a estrutura desse composto. Escreva a fórmula molecular do eugenol e faça a classificação da cadeia carbônica.
2. Observe a estrutura do isoeugenol, que é uma substância encontrada na noz-moscada. O que você pode notar de semelhante entre essa molécula e o eugenol?
3. Em 2015, houve um aumento nos casos de doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*. Além da receita mostrada na reportagem, que outras medidas podemos tomar para prevenir a proliferação desse mosquito. Reúna-se com seus colegas e discuta uma forma de compartilhar essas medidas com a comunidade escolar.



17. (Udesc) Dados os compostos (I, II, III e IV),

Udesc. Fac-símile: ID/BR



assinale a alternativa **correta**, em relação a esses compostos.

- II e IV apresentam tautomeria e II e III são isômeros de cadeia.
- I e II são isômeros de função e I e IV são isômeros de cadeia.
- I e III são isômeros de cadeia e II e IV são isômeros de compensação.
- II e III são isômeros de posição e III e IV são isômeros de cadeia.
- I e III são enantiômeros e III e IV são isômeros de função.

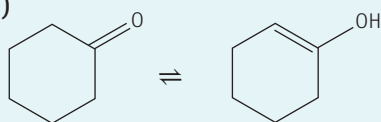
18. (UFRJ) Isomeria é o fenômeno que se caracteriza pelo fato de uma mesma fórmula molecular representar diferentes estruturas. Considerando a isomeria estrutural plana para a fórmula molecular C_4H_8 , podemos identificar os isômeros dos seguintes tipos:

- cadeia e posição.
- cadeia e função.
- função e compensação.
- posição e compensação.

19. (UFPI) Existem três isômeros constitucionais com a fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, que são:

- um álcool, um éter e uma cetona.
- dois alcoóis e um éter.
- um álcool, um aldeído e uma cetona.
- um álcool e dois éteres.
- um aldeído, uma cetona e um éter.

20. (UFC-CE)

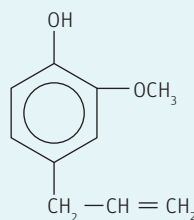


UFC-CE. Fac-símile: ID/BR

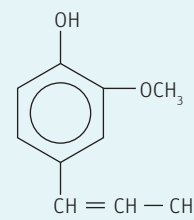
O equilíbrio acima pode ser considerado como:

- ressonância.
- reação ácido-base.
- reação de oxirredução.
- tautomeria.
- hidrólise.

21. (Unaerp-SP) O eugenol é um óleo essencial extraído do cravo-da-índia que tem propriedades anestésicas. O isoeugenol é outro óleo essencial extraído da noz-moscada.



eugenol



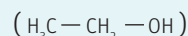
isoeugenol

Unaerp-SP. Fac-símile: ID/BR

Dadas as estruturas dos dois óleos, pode-se dizer que:

- são isômeros funcionais.
- são isômeros de cadeia.
- não são isômeros.
- são isômeros de posição.
- são formas tautoméricas.

22. (Mackenzie-SP) O isômero plano de etanol



tem fórmula:

- $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{OH}$
- $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$
- $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$
- $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
- $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

Mackenzie-SP. Fac-símile: ID/BR

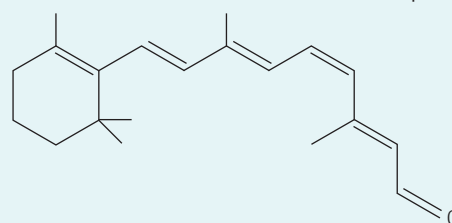
23. (ITA-SP) Um alcano pode ser isômero de:

- um alceno com o mesmo número de átomos de carbono.
- um ciclano com a mesma fórmula estrutural.
- outro alcano de mesma fórmula molecular.
- um alcino com apenas uma ligação tripla.
- um alcadieno com o mesmo número de átomos de hidrogênio.

24. (Ufam) A cadeia carbônica principal de um composto é classificada como alicíclica, homocíclica, saturada e ramificada, e apresenta apenas dois átomos de carbono secundário e dois átomos de carbono terciário. Das opções abaixo, o único composto com essas características é o:

- C_5H_{12}
- C_6H_{10}
- C_4H_8
- C_4H_{10}
- C_6H_{12}

25. (UERJ) A fórmula a seguir representa um composto responsável pelo fenômeno da visão nos seres humanos, pois o impulso nervoso que estimula a formação da imagem no cérebro ocorre quando há interconversão entre isômeros deste composto.



UERJ. Fac-símile: ID/BR

Um isômero de função deste composto pertence à função denominada:

- a) éster. c) cetona.
b) amida. d) ácido carboxílico.

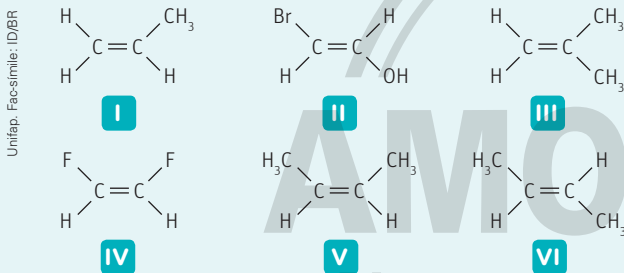
26. (Fatec-SP) O composto que apresenta isomeria *cis-trans* é:

- a) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ d) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$
b) $\text{CH}_2=\text{CCL}_2$ e) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$
c) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$

27. (UFSCar-SP) Indique quais dos quatro compostos a seguir podem apresentar isomeria geométrica.

- I. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ III. $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
II. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ IV.

28. (Unifap) Os alcenos são compostos orgânicos que podem apresentar isomeria geométrica *cis-trans*. Abaixo estão representadas as estruturas de seis alcenos.



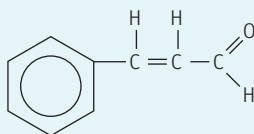
Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, um alceno *cis* e um alceno *trans*.

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

29. (UFS-SE) Qual das fórmulas pode corresponder à de dois compostos: um *cis* e um *trans*?

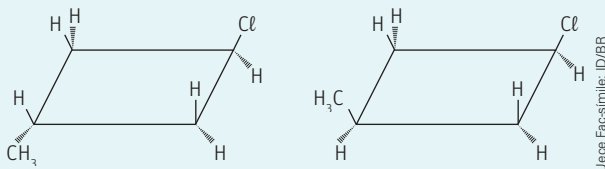
- a) CH_3-CH_3 c) $\text{CHCl}=\text{CHCl}$ e) $\text{HC}\equiv\text{CH}$
b) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ d) $\text{CCL}_2=\text{CCL}_2$

30. (Fuvest-SP) Quantos isômeros geométricos do aldeído cinâmico são previstos?



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

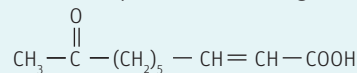
31. (Uece) Observe atentamente as estruturas.



São isômeros:

- a) por metameria. c) funcionais.
b) geométricos. d) por tautomeria.

32. (Unesp) As abelhas-rainhas produzem um feromônio cuja fórmula é apresentada a seguir.

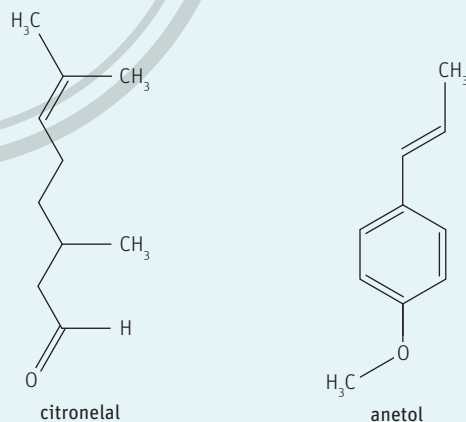
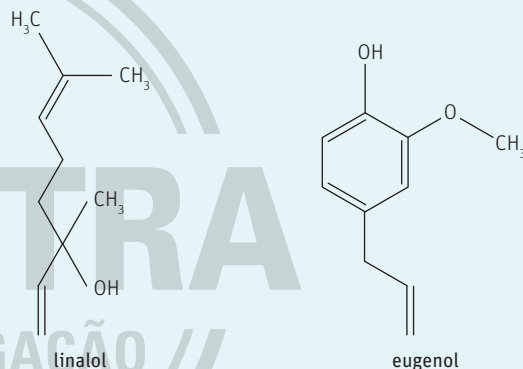


a) Forneça o nome de duas funções orgânicas presentes na molécula desse feromônio.

b) Sabe-se que um dos compostos responsáveis pelo poder regulador que a abelha-rainha exerce sobre as demais abelhas é o isômero *trans* desse feromônio.

Forneça as fórmulas estruturais dos isômeros *cis* e *trans* e identifique-os.

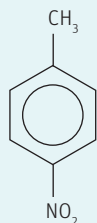
33. (Fuvest-SP) As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



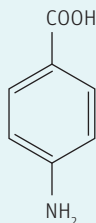
Dentre esses compostos, são isômeros:

- a) anetol e linalol. d) linalol e citronelal.
b) eugenol e linalol. e) eugenol e anetol.
c) citronelal e eugenol.

34. (Uespi) Os compostos *p*-nitrotolueno e ácido *p*-aminobenzoico (também conhecido como PABA) possuem a mesma fórmula molecular, $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2$, porém apresentam fórmulas estruturais muito diferentes.



p-nitrotolueno



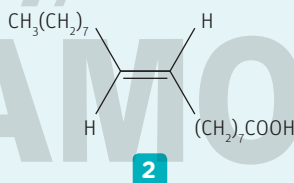
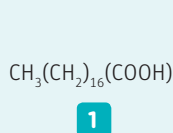
ácido *p*-aminobenzoico

Uespi. Fac-símile: ID/BR

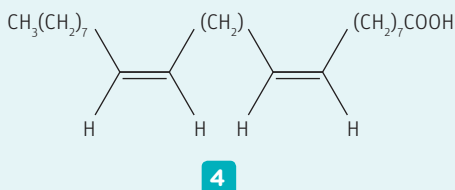
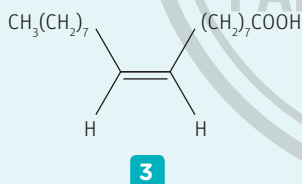
Suas propriedades também diferem bastante. Enquanto o *p*-nitrotolueno é um composto explosivo, o PABA é o ingrediente ativo de muitos protetores solares. Compostos como o PABA absorvem luz ultravioleta exatamente nos comprimentos de onda mais nocivos às células da pele. Esses compostos apresentam isomeria de:

- a) metameria. c) função. e) cadeia.
b) posição. d) tautomeria.

35. (UFPE) O óleo de soja, comumente utilizado na cozinha, contém diversos triglicerídeos (gorduras), provenientes de diversos ácidos graxos, dentre os quais temos os mostrados abaixo.



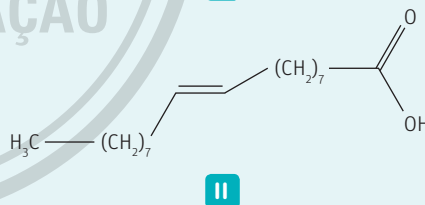
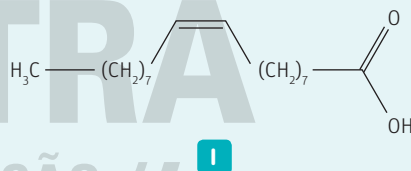
UFPE. Fac-símile: ID/BR



Sobre esses compostos, podemos afirmar que:

- a) o composto 1 é um ácido carboxílico de cadeia insaturada.
b) os compostos 2 e 3 são isômeros *cis-trans*.
c) o composto 2 é um ácido graxo de cadeia aberta contendo uma dupla ligação (*cis*).
d) o composto 3 é um ácido graxo de cadeia fechada contendo uma insaturação (*cis*).
e) o composto 4 é um ácido carboxílico de cadeia aberta contendo duas duplas ligações conjugadas entre si.

36. (UEL-PR) A margarina é obtida através do processo de hidrogenação de óleos vegetais. Durante o processo de hidrogenação parcial dos óleos, átomos de hidrogênio são adicionados às duplas ligações dos triglicerídeos, formando, além dos compostos saturados, ácidos graxos praticamente ausentes no óleo original. Dois isômeros que se formam estão representados nas estruturas I e II. A ingestão do isômero representado na estrutura II pode aumentar o risco de doenças coronárias. Além disso, várias pesquisas demonstram também o efeito carcinógeno desse ácido graxo.



UEL-PR. Fac-símile: ID/BR

Considerando as estruturas I e II, pode-se afirmar corretamente que a isomeria entre elas é:

- a) isomeria geométrica.
b) isomeria de posição.
c) isomeria de compensação ou metameria.
d) isomeria de cadeia.
e) isomeria ótica.

Para explorar

Leia

Os botões de Napoleão, as 17 moléculas que mudaram a história, de Penny le Couteur e Jay Burreson. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

Mostra como 17 grupos de moléculas influenciaram o curso da história. Essas moléculas produziram grandes feitos e provocaram importantes avanços. Além disso, determinam o que hoje vestimos, comemos e bebemos.

O que Einstein disse a seu cozinheiro 2, de Robert L. Wolke. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

Apresenta ensaios divertidos sobre a ciência dos alimentos, desde como são produzidos até serem preparados e irem para a mesa. Traz muitas dicas, por exemplo, a de como evitar mal cheiro dentro da geladeira.

Funções orgânicas: características gerais e nomenclatura

NESTA UNIDADE

- 3 Hidrocarbonetos
- 4 Funções oxigenadas
- 5 Funções nitrogenadas
- 6 Funções halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos
- 7 Compostos com mais de um grupo funcional
- 8 Funções orgânicas e isomeria óptica

Muitos combustíveis usados em nosso dia a dia são compostos orgânicos. Dentre esses compostos existem os combustíveis de fontes não renováveis e os de fontes renováveis.

O petróleo é a principal fonte não renovável de combustíveis. Da destilação do petróleo é possível obter a gasolina, o óleo *diesel*, além de diversos outros subprodutos. Já o etanol é um exemplo de combustível de fonte renovável, que é obtido a partir da fermentação da cana-de-açúcar. Após o processo de destilação, pode-se obter etanol anidro e etanol hidratado.

Nesta unidade você vai conhecer mais sobre compostos orgânicos, sua nomenclatura e suas características.

QUESTÕES PARA REFLETIR

1. Quais são as consequências ambientais do uso de combustíveis fósseis?
2. O que é um biocombustível? Dê exemplos.
3. Quais as vantagens e desvantagens, para o meio ambiente, do uso de etanol como combustível?

Imagem da página ao lado:

A cana-de-açúcar é uma planta que pode ser utilizada na produção de biocombustíveis. Plantação em José Bonifácio (SP). Foto de 2016.



Hidrocarbonetos

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Funções orgânicas e nomenclatura IUPAC.

Compostos da função hidrocarboneto.

Radicais e grupos orgânicos substituintes.

Hidrocarbonetos ramificados.

Petróleo: fonte de hidrocarbonetos.

Carvão mineral: fonte de hidrocarbonetos aromáticos.



Carolyn Franks/Shutterstock.com/IDBR

A gasolina é um combustível não renovável utilizado em várias partes do mundo.

Na foto acima observamos um carro sendo abastecido com gasolina, uma cena muito comum nas cidades. Quais outros combustíveis poderiam ser utilizados?

Um dos requisitos para que haja chama na boca de um fogão é a presença de gás combustível, oxigênio (comburente) e faísca (que dá início à reação). Você sabe qual tipo de gás é acondicionado em botijões ou canalizado para as residências, as indústrias e o comércio? Será que qualquer tipo de gás pode ser usado como combustível para produzir a chama na boca de um fogão?

Algumas pessoas costumam embrulhar uma penca de bananas verdes em jornal para acelerar o processo de amadurecimento. O que faz isso acontecer?

O maçarico de acetileno produz uma chama que pode atingir uma temperatura de até 2800 °C. É possível utilizar outro gás, que não seja o acetileno, para chegar a essa temperatura?

Antes de pensar nas respostas a todas essas perguntas, é preciso considerar o que todos esses exemplos têm em comum: hidrocarbonetos.

O acetileno, o gás de cozinha e o gás que as frutas liberam durante o amadurecimento são exemplos de hidrocarbonetos. A gasolina e o óleo *diesel* são outros exemplos de hidrocarbonetos muito utilizados para fornecer energia por meio de sua queima.

Os hidrocarbonetos são substâncias compostas somente de átomos de carbono e hidrogênio, e uma de suas principais características é o fornecimento de grande quantidade de energia por meio de combustão. Por isso, os hidrocarbonetos são tão usados como combustível.

Neste capítulo, você vai conhecer os hidrocarbonetos (compostos que podem ser usados como combustíveis). Nos capítulos seguintes, serão estudadas outras funções orgânicas.

Funções orgânicas e nomenclatura Iupac

Como visto na unidade anterior, os compostos orgânicos são classificados em funções, de acordo com sua estrutura química. Cada função é caracterizada por um grupo funcional, e os compostos pertencentes a uma mesma função possuem algumas características semelhantes.

Até os dias atuais, já foram descobertos mais de 15 milhões de compostos orgânicos. É de imaginar a dificuldade em dar nome a cada um deles. A Iupac (sigla de International Union of Pure and Applied Chemistry, que significa União Internacional de Química Pura e Aplicada) é o órgão responsável pela elaboração da nomenclatura oficial de todos os compostos orgânicos conhecidos.

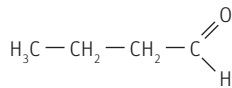
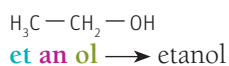
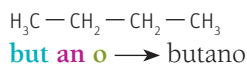
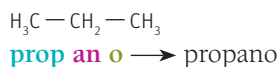
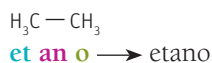
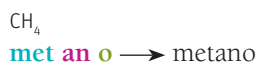
Essa nomenclatura oficial considera o número de átomos de carbono (**prefixo**), o tipo de ligação entre eles (**infixo**) e o grupo funcional (**sufixo**). Observe alguns exemplos nas tabelas a seguir.

Número de átomos de carbono	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prefixo	met	et	prop	but	pent	hex	hept	oct	non	dec

Tipo de ligação entre átomos de carbono	simples	1 dupla	2 duplas	3 duplas	1 tripla	2 triplas
Infixo	an	en	dien	trien	in	di-in

Algumas funções orgânicas e os respectivos sufixos	
Grupo funcional	Sufixo
(C, H) hidrocarboneto	o
$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$ álcool	ol
$\begin{array}{c} O \\ \\ -C \\ \\ H \end{array}$ aldeído	al

Nas tabelas acima estão os **prefixos**, os **infixos** e os **sufixos** utilizados para nomear os compostos orgânicos. Veja, a seguir, como os nomes de alguns compostos estão relacionados às suas estruturas químicas.



No decorrer deste capítulo, a nomenclatura de hidrocarbonetos será vista com mais detalhes.

Compostos da função hidrocarboneto

Os hidrocarbonetos são subdivididos em grupos de acordo com sua estrutura. A seguir são apresentadas as características dos seguintes grupos de hidrocarbonetos: alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalcenos e aromáticos.

Alcanos

Gás de cozinha, gasolina, gás natural e óleo *diesel* são exemplos de combustíveis bastante utilizados atualmente. Nos isqueiros descartáveis, o combustível é o butano (no estado líquido).

Propano e butano são hidrocarbonetos que fazem parte do grupo dos alcanos. A gasolina e o óleo *diesel* são misturas constituídas principalmente por alcanos.

Os alcanos são hidrocarbonetos de cadeia aberta que possuem ligações covalentes simples entre os átomos de carbono, ou seja, são saturados. Sua fórmula geral é C_nH_{2n+2} .

Essas substâncias são apolares. À temperatura ambiente, os alcanos de cadeia não ramificada com até quatro átomos de carbono encontram-se no estado gasoso; com cinco a 17 átomos de carbono, são líquidos; acima de 18 átomos de carbono, são sólidos, como nas velas.

Fórmula molecular de alcano de cadeia não ramificada	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
C_4H_{10}	-138,3	-0,5
C_5H_{12}	-129,7	36,0
C_8H_{18}	-56,8	125,7
$C_{10}H_{22}$	-29,6	174,1
$C_{17}H_{36}$	22,0	302,0
$C_{18}H_{38}$	28,2	316,3
$C_{20}H_{42}$	36,6	343



Parafinas para velas – alcanos com mais de 18 átomos de carbono.

Fonte de pesquisa: LIDE, D. R. *CRC handbook of Chemistry and Physics*, 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

Como os alcanos são apolares, eles tendem a se dissolver melhor em solventes apolares, como benzeno, tetracloreto de carbono e em outros alcanos líquidos.

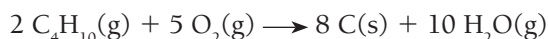
Em geral, todos os alcanos reagem com o oxigênio (combustão), liberando energia. Por esse motivo, são muito utilizados como combustível.

A combustão do butano é representada a seguir.



reação de combustão completa do butano

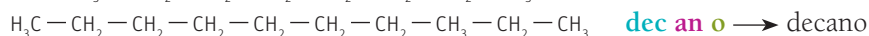
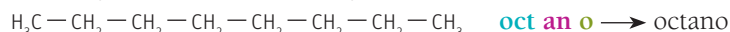
Quando há gás oxigênio em excesso, ocorre formação de gás carbônico e diz-se que a combustão é **completa**. Se faltasse gás oxigênio, poderia haver formação de gás CO (monóxido de carbono) ou carbono sólido (fuligem), e a combustão seria **incompleta**.



reação de combustão incompleta do butano

Nomenclatura dos alcanos de cadeia não ramificada

Para nomear os alcanos de cadeia não ramificada, basta contar o número de átomos de carbono e colocar o **prefixo** correspondente (conforme a tabela de prefixos em nomenclatura Iupac, página 51). O **infixo** é sempre **an** (ligações simples) e o **sufixo** é **o** (função hidrocarboneto). Veja os exemplos.

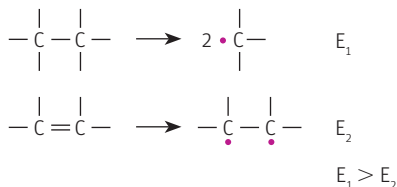


A nomenclatura de alcanos de cadeia ramificada será estudada na página 61.

Alcenos ou alquenos

Alcenos são hidrocarbonetos de cadeia aberta, com uma ligação dupla entre átomos de carbono. Sua fórmula geral é $C_n H_{2n}$. Em geral os alcenos são obtidos por meio do refino do petróleo, assunto que será discutido mais adiante. Como são apolares, dissolvem-se melhor em solventes também apolares.

Os alcenos são mais reativos do que os alcanos. Isso pode ser justificado pela menor energia necessária para quebrar uma das ligações duplas entre átomos de carbono do que para quebrar a ligação simples entre átomos de carbono nos alcanos.



Entre as reações mais importantes dos alcenos estão as que dão origem à grande parte dos plásticos utilizados no mundo e que serão estudadas no capítulo 12.

Nomenclatura dos alcenos de cadeia não ramificada

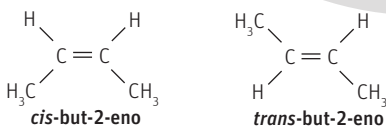
Para dar nome a um alceno, é preciso numerar os átomos de carbono para indicar onde está a dupla-ligação. O número é colocado antes do **infixo**. Veja o exemplo a seguir.



A numeração deve partir sempre do átomo de carbono mais próximo da insaturação. Assim, o nome correto é **but-1-eno**.

É importante você ficar atento, pois é possível encontrar em outros livros e até em questões de vestibulares a **nomenclatura antiga**, que, no caso do composto acima, era 1-buteno ou buteno-1. Isso acontece porque a nova nomenclatura Iupac é recente e, sempre que ocorrem mudanças desse tipo, é necessário um período para que todos se adaptem às novas regras.

No caso de alcenos que apresentam isomeria geométrica (*cis-trans*), o nome deve indicar a qual isômero corresponde. Veja estes dois exemplos:



A nomenclatura de alcenos de cadeia ramificada será estudada na página 62.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Eteno e amadurecimento de frutos

O eteno, ou etileno (nome usual), é uma substância que atua como hormônio vegetal e está envolvido no amadurecimento do fruto. Como geralmente os frutos são colhidos verdes, em razão do tempo de transporte e armazenamento, eles são expostos a uma atmosfera rica em eteno e, assim, chegam maduros ao consumidor.

Os frutos também liberam eteno, e é por isso que as bananas amadurecem mais rapidamente quando embrulhadas em jornal.

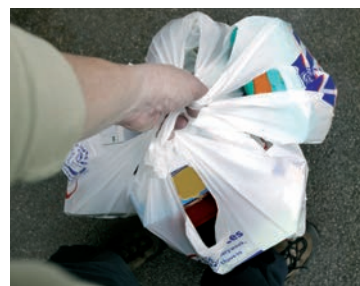


Bananas verdes ficam maduras pela ação do gás eteno.

Eduardo Santalestra/D/BR

SAIBA MAIS

Polietileno e polipropileno



Sacolas de supermercado são constituídas de polietileno.

Sacolas de supermercados, frascos de cosméticos, garrafas térmicas, embalagens de alimentos, brinquedos, copos descartáveis, material hospitalar: o que será que isso tudo tem em comum? Será que esses produtos estão, de alguma forma, relacionados com os alcenos?

Todos esses materiais plásticos são feitos a partir dos alcenos mais simples, como o eteno (também chamado de etileno) e o propeno (também chamado de propileno). Esses alcenos são obtidos por meio do processo de refino do petróleo.

Polietileno é o nome dado ao plástico formado a partir do eteno (etileno). O polipropileno, por sua vez, é o plástico formado a partir do propeno (propileno).

O plástico resulta da união de inúmeras moléculas pequenas (chamadas de monômeros), que nesse caso são as moléculas de propileno e as de etileno. Por isso, o plástico é chamado de **polímero** (termo vindo do grego *polymerés*, que significa "muitas partes").

Alcinos ou alquinos

O gás etino, ou acetileno (nome usual), é utilizado em maçaricos e lanternas de carbureto na exploração de cavernas. Ele é importante na indústria por sua aplicação na fabricação de borrachas sintéticas e plásticos como PVC e PVA. O filme de PVC – tão comum nas cozinhas domésticas, usado também para envolver as bandejas de frios fatiados nas gôndolas dos supermercados – é um produto cuja matéria-prima é obtida a partir do acetileno.

Os alcinos são hidrocarbonetos de cadeia aberta que apresentam uma ligação tripla entre átomos de carbono. Sua fórmula geral é C_nH_{2n-2} .

Esses hidrocarbonetos são apolares. Suas moléculas estão fracamente associadas, o que facilita sua dissolução em solventes com essas mesmas características.

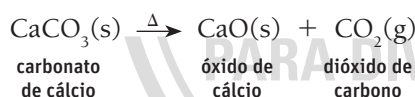
Assim como nos alcanos e alcenos, as temperaturas de fusão e ebulição dos alcinos aumentam à medida que as forças intermoleculares se tornam mais intensas. Isso pode ocorrer com o aumento da cadeia carbônica.

São inodoros e incolores, exceto o acetileno (gás tóxico que tem cheiro característico, provoca dores de cabeça e causa dificuldades respiratórias), que é parcialmente solúvel em água.

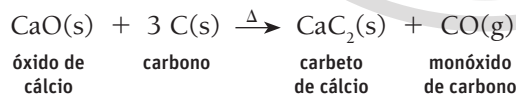
O acetileno também é matéria-prima na síntese de vários compostos orgânicos e explosivos. Além disso, como ele libera muita energia em sua combustão, é bastante utilizado para soldar metais.

Obtenção do acetileno

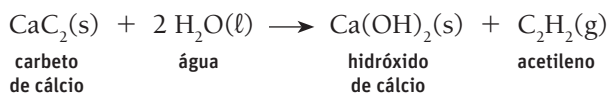
O acetileno não é encontrado na natureza, mas sua obtenção se dá a partir de duas matérias-primas muito abundantes: o carvão (que contém predominantemente carbono elementar) e o calcário (que contém carbonato de cálcio). A primeira etapa do processo é o aquecimento do calcário. Observe, a seguir, a equação dessa reação.



Em seguida, o óxido de cálcio obtido é aquecido com o carvão, dando origem ao carbeto de cálcio (CaC_2), também conhecido por carbureto de cálcio ou simplesmente “carbureto”.

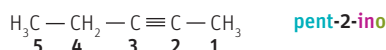
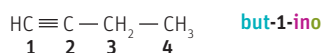


Em contato com a água, o carbeto de cálcio reage, originando acetileno.



Nomenclatura dos alcinos de cadeia não ramificada

A nomenclatura dos alcinos segue a mesma regra da nomenclatura dos alcenos. Assim, a numeração da cadeia deve começar pela extremidade mais próxima da tripla-ligação. Veja os exemplos.



A nomenclatura de alcinos de cadeia ramificada será estudada na página 63.

SAIBA MAIS

Como funcionam as lanternas de carbureto?



A lanterna de carbureto é muito usada na exploração de cavernas.

Antigamente, as lanternas de carbureto eram utilizadas em acampamentos, pescarias e minas, mas, com o tempo, foram substituídas, embora, até hoje, sejam usadas nas expedições em cavernas. Essas lanternas são baratas porque são feitas geralmente de latão e o preço do carbureto é bem acessível.

As lanternas de carbureto possuem dois recipientes sobrepostos, unidos por uma rosca vedante. O recipiente superior contém água, que passa por meio de uma pequena válvula e pinga no recipiente inferior, que contém o carbeto de cálcio. Em contato com a água, esse carbeto reage e dá origem a um gás que escapa por meio de um bico.

Esse gás é o etino (conhecido por acetileno), que, em contato com o ar, sob condições adequadas, entra em combustão e produz uma chama bem clara e brilhante. No bico pelo qual sai o acetileno, há um refletor que projeta a luz para a frente e forma um fecho luminoso de até 20 metros.

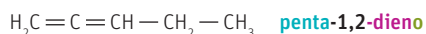
Um inconveniente dessa lanterna é o cheiro desagradável exalado pelo acetileno.

Alcadienos ou dienos

Alcadienos são hidrocarbonetos de cadeia aberta com duas ligações duplas entre os átomos de carbono. Sua fórmula geral é C_nH_{2n-2} . São, portanto, isômeros dos alcinos com mesmo número de átomos de carbono.

Nomenclatura de alcadienos de cadeia não ramificada

As regras de nomenclatura para os alcadienos são iguais às regras para os hidrocarbonetos insaturados, vistas anteriormente. O único detalhe é que, neste caso, são duas ligações duplas (infixo **dien**) que devem ser numeradas.



A numeração da cadeia em alcadienos deve começar pelo sentido em que a localização das ligações duplas é menor. Assim, no caso acima, penta-1,2-dieno possui localizadores (números 1 e 2) menores que penta-3,4-dieno (números 3 e 4) e, por isso, o nome do composto aceito pela Iupac é penta-1,2-dieno.

A nomenclatura de alcadienos de cadeia ramificada será estudada na página 62.

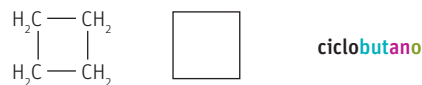
Cicloalcanos, ciclanos ou cicloparafinas

Os cicloalcanos são hidrocarbonetos cíclicos (cadeia fechada) e saturados, ou seja, possuem apenas ligações covalentes simples entre seus átomos de carbono. Sua fórmula geral é C_nH_{2n} . Os cicloalcanos são, portanto, isômeros dos alcenos que possuem o mesmo número de átomos de carbono.

Nomenclatura de cicloalcanos de cadeia não ramificada

As regras de nomenclatura para os cicloalcanos são as mesmas válidas para os alcanos saturados. A

diferença é que, para indicar que a cadeia é fechada, coloca-se a palavra “ciclo” no início do nome. Geralmente, os cicloalcanos são representados por figuras geométricas simples: um triângulo para o ciclopropano, um quadrado para o ciclobutano, um pentágono para o ciclo-pentano, um hexágono para o ciclo-hexano, e assim por diante. Veja o exemplo a seguir.



A nomenclatura de cicloalcanos de cadeia ramificada será estudada na página 63.

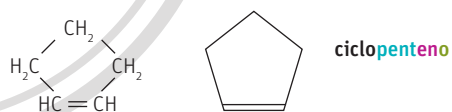
Cicloalcenos, cicloalquenos ou ciclenos

Muitos materiais plásticos são produzidos utilizando como matéria-prima os seguintes cicloalcenos: o ciclobuteno e o ciclopenteno.

Os cicloalcenos são hidrocarbonetos cíclicos (cadeia fechada) e insaturados por uma dupla-ligação. Sua fórmula geral é C_nH_{2n-2} . Os cicloalcenos são, portanto, isômeros dos alcinos que possuem o mesmo número de átomos de carbono.

Nomenclatura de cicloalcenos de cadeia não ramificada

As regras de nomenclatura para os cicloalcenos sem ramificações são as mesmas válidas para os cicloalcanos. A posição da dupla-ligação não precisa ser numerada, pois se trata de uma cadeia fechada sem ramificações. Veja o exemplo a seguir.

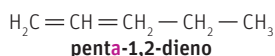
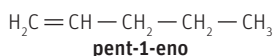


A nomenclatura de cicloalcenos de cadeia ramificada será estudada na página 64.

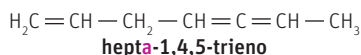
SAIBA MAIS

Acréscimo de vogal no prefixo

Se comparar o prefixo de alcenos e alcadienos você perceberá que, no segundo caso, houve a adição da letra “a” após o nome do prefixo. De acordo com as regras de nomenclatura da Iupac, haverá acréscimo da vogal “a” ao prefixo sempre que o infixos iniciar com consoante. Veja os exemplos a seguir.

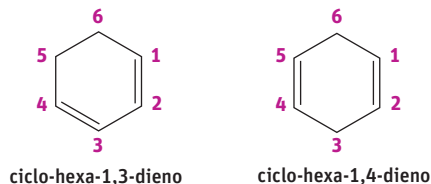


Assim, nos hidrocarbonetos com duas, três ou mais ligações duplas (ou triplas) entre átomos de carbono, e que se inicie com uma consoante, haverá sempre adição da letra “a” ao prefixo. Veja um exemplo de alcatrieno.



Cicloalcadienos ou ciclodienos

São compostos cíclicos com duas ligações duplas entre átomos de carbono. Tal como nos dienos, a posição das duplas ligações deve ser indicada por números. Observe os dois exemplos.



Atenção:

Nos cicloalcadienos de cadeia não ramificada, a numeração da cadeia deve começar por uma das insaturações. Assim como ocorre com os alcadienos, a nomenclatura dos cicloalcadienos deve considerar o sentido em que a localização das ligações duplas é menor.

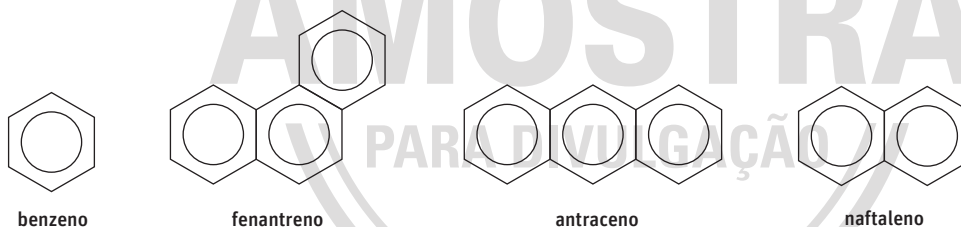
Hidrocarbonetos aromáticos

A naftalina, na forma de bolinhas brancas, pode ser usada para afastar as traças. É um hidrocarboneto aromático cujo nome oficial é naftaleno.

Os primeiros hidrocarbonetos aromáticos foram encontrados em cascas de árvores, óleo de baleia e carvão mineral. Por causa de seu cheiro característico, foram chamados de **aromáticos**.

Os aromáticos são hidrocarbonetos que apresentam pelo menos um anel benzênico ou aromático em sua estrutura. Não possuem uma fórmula geral e também não seguem as mesmas regras gerais de nomenclatura que os outros hidrocarbonetos.

Veja, abaixo, quatro exemplos de hidrocarbonetos aromáticos.



Muitos hidrocarbonetos aromáticos são prejudiciais à saúde, e alguns são altamente cancerígenos.

QUÍMICA E FÍSICA

Naftalina

Naftalina é o nome comercial do naftaleno, hidrocarboneto aromático formado pela união de dois anéis benzênicos. Trata-se de uma substância sólida cristalina à temperatura ambiente, de odor muito forte, inflamável e tóxica.

A naftalina possui capacidade de sublimação, que é a passagem direta do estado sólido para o gasoso, sem passar pelo estado líquido. Ela se torna um vapor tóxico, e é há muito tempo utilizada como repelente de traças e baratas. No comércio é encontrada sob a forma de bolinhas de naftalina, que são colocadas em armários e gavetas para proteger roupas, tecidos e papéis do ataque desses insetos.

Ela também é utilizada na fabricação de diversos produtos como corantes, inseticidas, fungicidas, solventes, plásticos, lubrificantes, explosivos, resinas sintéticas, entre outros.

A naftalina também é tóxica a seres humanos. A exposição a grandes quantidades dela pode comprometer a produção de hemácias. Alguns estudos apontam como um agente capaz de contribuir para o surgimento ou desenvolvimento de certos tipos de câncer.



Naftalina.

Swapan Photography/
Shutterstock.com/ID/BR

Radicais e grupos orgânicos substituintes

Grupos orgânicos substituintes são ramificações nas cadeias carbônicas. Os radicais são espécies extremamente reativas, formadas pela cisão de ligações, como será visto a seguir.

Cisão de ligações

Na ligação covalente, ocorre compartilhamento de um par de elétrons entre dois átomos. Há duas maneiras de quebrar essa ligação: a cisão homolítica e a cisão heterolítica.

Cisão homolítica

Quando a ligação entre dois átomos ($A-B$) se rompe, cada átomo fica com um dos elétrons que antes era compartilhado por ambos.



Essa nova estrutura, $A\cdot + B\cdot$, na qual cada átomo tem um elétron livre e não compartilhado, é denominada **radical**.

Cisão heterolítica

Quando a ligação se rompe, um dos átomos fica com os dois elétrons que antes eram compartilhados. Nesse caso, o átomo que perdeu o elétron se torna um íon positivo, e o outro átomo, um íon negativo.

Os **íons** são estruturas com carga positiva (falta de elétrons) ou negativa (excesso de elétrons).



QUÍMICA E BIOLOGIA

Radicais livres e antioxidantes

As células do nosso corpo necessitam constantemente de oxigênio para converter os nutrientes absorvidos dos alimentos em energia. Entretanto, a queima nas células libera radicais livres, que são instáveis e muito reativos. Essas moléculas apresentam um elétron que tende a se ligar muito rapidamente a outras espécies de carga positiva que estejam próximas, com as quais pode reagir. É dessa maneira que os radicais livres podem danificar as células saudáveis do nosso corpo.

Várias substâncias contribuem para o combate aos radicais livres. Essas substâncias são chamadas de **antioxidantes**. Os antioxidantes se combinam com os radicais livres, diminuindo os danos causados por eles.

Os antioxidantes estão presentes em alimentos, e os mais importantes são: o **licopeno**, os **bioflavonoides**, o **selênio**, as **isoflavonas**, os **ácidos graxos ômega 3**, o **betacaroteno**, as **vitaminas A, E e C**, entre outros, encontrados em frutas, vegetais e em algumas fontes de origem animal (peixes de água fria, como a truta).



Frutas, que contêm antioxidantes, minimizam os efeitos dos radicais livres no organismo.

Grupos orgânicos substituintes

Os compostos orgânicos podem formar radicais por meio da cisão homolítica em alguma ligação (entre átomo de carbono e átomo de hidrogênio nos hidrocarbonetos). Como os radicais são extremamente reativos, eles podem facilmente tomar o lugar de outro átomo (em geral, hidrogênio) nas cadeias carbônicas. Quando isso acontece, os radicais são denominados grupos orgânicos substituintes. Estes podem ter uma, duas ou três valências livres e, nestes casos, são denominados **monovalentes**, **divalentes** e **trivalentes**, respectivamente.

Nomenclatura de grupos

Para nomear grupos derivados de hidrocarbonetos saturados monovalentes, deve-se indicar o número de átomos de carbono por meio do prefixo apropriado e, depois, adicionar ao nome o sufixo **-il**. Veja exemplos na tabela a seguir.

Principais grupos orgânicos substituintes	
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$	metil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	etil
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-$	etenil ou vinil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	propil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	isopropil
$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{I}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	isopropenil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	butil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	sec-butil ou s-butil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	isobutil
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	terc-butil ou t-butil

Os grupos orgânicos substituintes derivados de hidrocarbonetos saturados são denominados **alquilas**.

Os radicais livres e as doenças



Representação artística de processo de envelhecimento.

Os radicais livres são produzidos diariamente em nosso organismo durante a respiração. O corpo humano possui enzimas protetoras que conseguem controlar o nível desses radicais produzidos pelo nosso metabolismo.

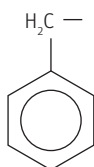
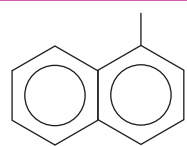
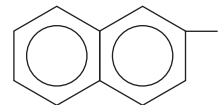

Entretanto, os radicais livres podem ser formados ainda por uma série de fatores externos, dentre eles: estresse, fumo, bebida, consumo excessivo de gorduras saturadas, resíduos de pesticidas, aditivos químicos, conservantes, etc.

A presença de radicais livres em excesso pode causar problemas ao organismo e danificar células saudáveis do nosso corpo, além de estar ligada a problemas de saúde, como enfraquecimento do sistema imunológico e câncer, e processos degenerativos, como envelhecimento, artrite e arteriosclerose.

Outros grupos orgânicos substituintes

Além dos grupos orgânicos vistos na tabela anterior, existem outros que são derivados de compostos aromáticos, conhecidos como **arilas**, e aqueles que são divalentes e trivalentes. Observe alguns deles a seguir.

Alguns grupos orgânicos divalentes e trivalentes	
$\text{H}_2\text{C} - \text{ }$	metileno
$\text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2$ $\text{ } \quad \quad \text{ }$	etileno
$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} -$ $\quad \quad \quad \text{ }$	etilideno
$\text{H}_3\text{C} - \text{C} -$ $\quad \quad \quad \text{ }$	etilidino

Alguns grupos orgânicos substituintes derivados de compostos aromáticos	
	benzil
	α-naftil
	β-naftil
	fenil

AÇÃO E CIDADANIA

Benzeno – um perigo à saúde

I	III	V
Vou falar de um artigo que tem fama de veneno, vou dizer o nome dele, me confirme por aceno, o nome desse capeta também se chama benzeno. [...]	Esse bicho fedorento não tem consideração, esculhamba o seu sangue, dá tremor e convulsão, provoca dor de cabeça e ataca o coração. [...]	Sindicato e governo, trabalhador e patrão se sentaram numa mesa, colocaram jamegão, quem trabalha com benzeno precisa de proteção. [...]

MEDEIROS, G. O benzeno é um produto que derruba até o cão. In: ARCURI, A. S. A. et al. Efeitos da exposição ao benzeno para a saúde. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/b82b51004eddb1e1ae89feab5a03b54d/saude-no-trab-efeitos-benzeno.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

Os derivados do benzeno são usados na fabricação de medicamentos, corantes, plásticos, detergentes e outros produtos. Ele pode entrar em nosso corpo através da respiração, da pele e por ingestão. O benzeno e os produtos que o contêm, quando em contato com a pele, são absorvidos e passam para a corrente sanguínea. Ele também pode ser acidentalmente inalado e ingerido. Neste último caso, a contaminação ocorre quando se tem o hábito de comer, beber ou fumar em ambiente que contém essa substância ou devido a práticas inadequadas, como “puxar” gasolina do tanque com a boca. Também pode ser ingerido através de água contaminada (por exemplo, poço artesiano ou poço comum nas redondezas de um posto de gasolina).

O benzeno provoca efeitos tóxicos para o sistema nervoso central, podendo causar períodos de sonolência e excitação, tontura, dor de cabeça, náusea, taquicardia, dificuldade respiratória, tremores, convulsão, perda da consciência e morte. Esses sintomas caracterizam o benzenismo. Ele apresenta ação cancerígena.

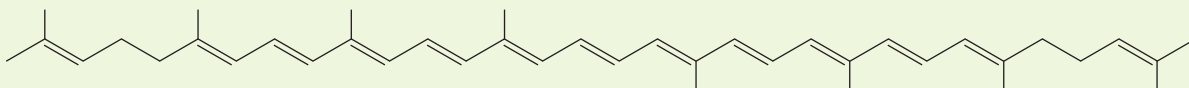
O Acordo Nacional do Benzeno, que visa proteger os trabalhadores do benzenismo, se concentra em setores em que há atividades de risco com grandes concentrações de benzeno: indústrias siderúrgicas, químicas, petroquímicas e do petróleo que utilizam e produzem o benzeno e suas misturas ou correntes de produtos com mais de 1% de concentração por volume.

Há outros trabalhadores que também estão expostos ao benzeno em suas atividades, em sua grande maioria com concentrações menores do que 1%, mas que também representam risco. São os que trabalham em postos de combustíveis; em oficinas mecânicas; na produção de colas, solventes, tintas e removedores; na indústria de borracha; em gráficas; na prospecção, perfuração e produção de petróleo; transporte e armazenamento dos produtos citados acima.

Existem instrumentos legais que devem ser seguidos para zelar pela saúde dos trabalhadores expostos a essa substância e que orientam ações de diagnóstico e encaminhamento de pessoas contaminadas.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

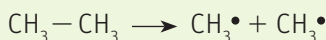
1. O licopeno é uma substância carotenoide que dá a cor avermelhada ao tomate, à melancia e à goiaba, entre outros alimentos. É um antioxidante que, quando absorvido pelo organismo, ajuda a impedir e reparar os danos às células causados pelos radicais livres. Os radicais livres são produzidos durante funções normais do corpo humano, como respiração e atividade física. Também são formados como resultado do hábito de fumar, superexposição ao sol, poluição do ar e estresse. São altamente reativos e, se não controlados, podem danificar as moléculas importantes das células saudáveis do corpo humano. Isso pode contribuir para o desenvolvimento de várias doenças, como câncer e doenças cardiovasculares. Na figura abaixo temos a estrutura química do licopeno:



- a) Por que o radical livre é tão reativo? Mostre o radical livre formado pela cisão homolítica na ligação entre as moléculas de carbono do etano.
- b) Como o licopeno protege contra os radicais livres?

Resolução

a) O radical livre é muito reativo porque possui um elétron livre e desemparelhado, isso causa muita instabilidade na estrutura química.



b) Na fórmula estrutural do licopeno vemos diversas duplas ligações entre os carbonos, todas disponíveis ao "ataque" do radical livre. A presença dessas duplas atrai o radical livre rapidamente, impedindo que ele ataque células sadias.

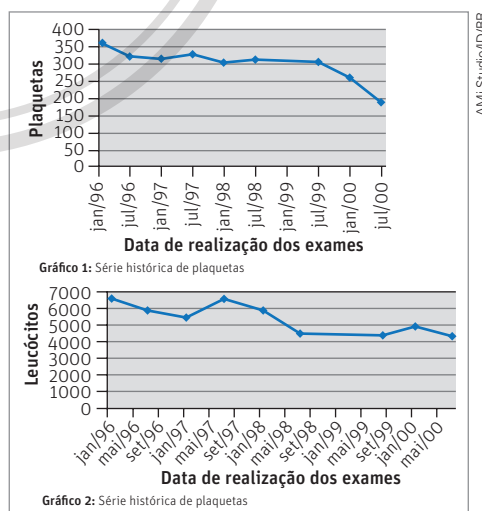
2. O novo monitor do laboratório de química da escola etiquetou todos os reagentes do laboratório, mas alguns nomes não estão de acordo com as novas normas de nomenclatura da Iupac. A professora de química notou isso e aproveitou para fazer um exercício com a turma sobre as regras de nomenclatura. Ela pediu que os alunos se dividissem em grupos e identificassem os reagentes com os nomes errados e os corrigissem. Você é um desses alunos e logo abaixo estão as etiquetas dos reagentes que todos devem observar. Qual é a sua resposta para essa atividade?

2-penteno	1-butino	1,2-butadieno
butano	ciclopropano	1,3-ciclopentadieno

- 3. A professora da questão anterior pediu aos alunos a fórmula estrutural dos reagentes cujos nomes foram corrigidos de acordo com as novas regras de nomenclatura. Como ficaram essas fórmulas?
- 4. Uma senhora comprou bananas verdes, pois estavam em promoção. O feirante garantiu que em poucos dias elas estariam maduras se fossem embrulhadas com jornal. Como isso acontece?
- 5. As complicações relacionadas ao benzenismo podem ser agudas, quando há exposição a altas concentrações de benzeno, ou crônicas, nas quais podem ocorrer complicações a médio ou a longo prazos, localizadas principalmente no sistema hematopoiético (formador de sangue).

Trabalhadores expostos a essa condição devem fazer exames laboratoriais periódicos, entre eles, um hemograma completo.

Uma pessoa que trabalhou muitos anos numa indústria petroquímica apresentou os seguintes resultados de hemograma:



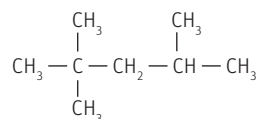
Faça uma pesquisa sobre os efeitos tóxicos causados pelo benzeno na saúde humana. Como o benzenismo pode ser detectado através de exames clínicos como o hemograma? Baseando-se nos dados da sua pesquisa, explique se o trabalhador sofreu alguma contaminação por benzeno durante o período em que trabalhou na indústria petroquímica.

Hidrocarbonetos ramificados

Os hidrocarbonetos ramificados apresentam grupos substituintes ligados à sua cadeia carbônica. Vamos ver agora com mais detalhes como nomeá-los.

Alcanos

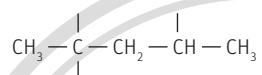
Observe a fórmula estrutural representada a seguir.



Trata-se de um dos principais componentes da gasolina, conhecido por **iso-octano**. Qual será seu nome oficial?

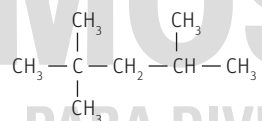
Nomenclatura de alcanos ramificados

Para nomear os alcanos ramificados é preciso primeiro localizar a cadeia principal, que é a maior sequência de átomos de carbono ligados. No caso do iso-octano, a cadeia principal é:



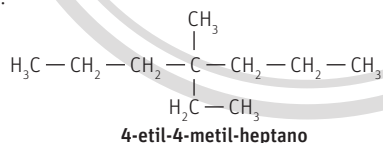
O nome dessa cadeia principal é **pentano**. Em seguida, basta reconhecer os grupos substituintes e nomeá-los. Na molécula do iso-octano, existem três grupos metil, $-\text{CH}_3$.

Por último, indicam-se as posições dos grupos, numerando os átomos de carbono da cadeia a partir da extremidade mais próxima às ramificações. Quando há dois ou mais grupos iguais, deve-se colocar os prefixos **di**, **tri**, **tetra**, etc. – antes do nome do grupo substituinte. Veja o exemplo abaixo.



O nome oficial do iso-octano é, portanto, **2,2,4-trimetilpentano**.

Quando há dois ou mais grupos substituintes diferentes, eles são indicados em ordem alfabética. Veja o exemplo abaixo.



SAIBA MAIS

Composição da gasolina

A gasolina é um tipo de combustível que contém grande quantidade de hidrocarbonetos e, em menor quantidade, produtos oxigenados. Os hidrocarbonetos presentes na gasolina, em geral, são formados por cadeias carbônicas menores do que as que formam os hidrocarbonetos do óleo *diesel* e, por isso, são considerados mais “leves”. A gasolina também pode ter compostos de enxofre, compostos de nitrogênio e compostos metálicos, todos eles em baixas concentrações. Quanto maior a octanagem (número de moléculas com octanos) da gasolina maior será a sua resistência à detonação espontânea, o que aumenta seu rendimento.

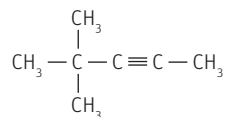
A gasolina aditivada é uma gasolina na qual foram inseridos aditivos detergentes-dispersantes. Eles auxiliam na limpeza do sistema de alimentação de combustível e permitem que o motor opere por mais tempo, desde que obedecidas as condições de uso do fabricante. Isso também reduz o consumo de gasolina, a emissão de poluentes e aumenta o intervalo entre manutenções. Porém, esses aditivos não interferem na octanagem da gasolina; as gasolinas de alta octanagem são chamadas, genericamente, de “gasolinas *premium*”.

Alcinos

Não há alcinos ou alquinos na natureza. Esses compostos são fabricados pelas indústrias e constituem reagentes muito importantes na fabricação de plásticos. O alcino mais simples (etino ou acetileno) é um gás utilizado em alguns tipos especiais de solda que requerem temperatura muito elevada (Imagem A).

Nomenclatura de alcinos ramificados

Observe a seguinte estrutura.



A cadeia principal de um alcino é a maior sequência de átomos de carbono em que se encontra a tripla-ligação. A numeração deve começar na extremidade da cadeia mais próxima da insaturação. Assim, o nome correto do composto representado acima é **4,4-dimetilpent-2-ino**.

Cicloalcinos

Os cicloalcinos ramificados eram conhecidos como **hidrocarbonetos naftênicos**, pois são encontrados no petróleo de base naftênica (imagem B). Esse tipo de petróleo dá origem a subprodutos, como a gasolina com alto índice de octanagem, os óleos lubrificantes de baixo resíduo de carbono, os resíduos asfálticos e vários cicloalcinos.

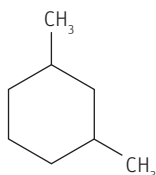
Nomenclatura de cicloalcinos ramificados

Observe a estrutura a seguir.



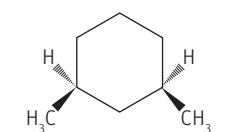
Indica-se o nome do grupo ligado à cadeia principal seguido do nome do hidrocarboneto correspondente a essa cadeia. Nesse caso, a cadeia principal é de um ciclopentano. O nome oficial desse composto é **metilciclopentano**.

Se houver necessidade de localizar as ramificações, devem-se numerar os átomos de carbono da cadeia principal. Observe a fórmula estrutural a seguir:

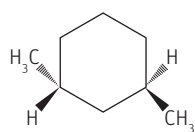


O nome oficial desse composto é **1,3-dimetilciclo-hexano**.

Lembre-se que, diferentemente das cadeias carbônicas abertas, os compostos cíclicos não necessitam de ligação dupla entre átomos de carbono para apresentar isomeria geométrica. Assim, como o composto acima possui grupos diferentes ligados a dois átomos de carbono do anel, ele apresenta isomeria geométrica (*cis-trans*), já que o próprio ciclo funciona como plano de referência. Observe:



cis-1,3-dimetilciclo-hexano



trans-1,3-dimetilciclo-hexano



Baeevsky Dmitry/Shutterstock.com/ID/BR

O gás acetileno é usado em alguns tipos de solda.

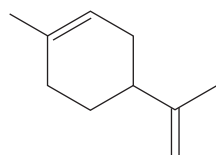


Márcio Antonio Sá/Kino.com.br

Extração de petróleo de base naftênica em Linhares (ES). Foto de 2011.

Cicloalcenos

Cicloalcenos, como já foi visto, são hidrocarbonetos de cadeia cíclica que apresentam ligação dupla entre átomos de carbono que constituem a cadeia cíclica. Cicloalcenos estão presentes em diversas plantas. O limoneno – um exemplo de cicloalcano – é encontrado na casca de frutas cítricas.



limoneno

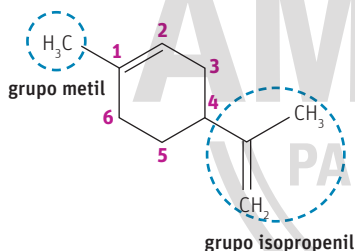
Na casca das frutas cítricas, como o limão-taiti, é possível encontrar o limoneno.



Rubens Chaves/Pulsar Imagens

Nomenclatura de cicloalcenos ramificados

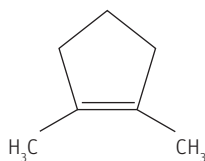
Com base na estrutura do limoneno, reescrita a seguir, observe como aplicar as regras de nomenclatura desse cicloalcano.



Indicam-se os nomes dos grupos que estão ligados à cadeia principal, no caso, a cíclica, seguidos do nome do hidrocarboneto que corresponde a essa cadeia. Os átomos de carbono da cadeia cíclica devem ser numerados para que se possam localizar os grupos que formam as ramificações e a insaturação.

A numeração deve começar pela dupla, mas não é necessário indicá-la quando for apenas uma ligação dupla. O nome oficial do limoneno é, portanto, **1-metil-4-isopropenilciclo-hexeno**. Atualmente, o termo isopropenil pode ser substituído por prop-2-en-2-il.

Veja, abaixo, a estrutura que representa o **1,2-dimetilciclopenteno**.



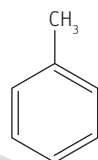
O nome do composto acima é 1,2-dimetilciclopenteno e não 1,2-dimetilciclopent-1-eno.

Aromáticos

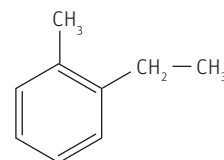
O **estireno** (etenilbenzeno), um hidrocarboneto aromático, é usado pela indústria na produção dos **poliestirenos (PS)**, os quais são muito utilizados na fabricação de objetos descartáveis encontrados com frequência nos ambientes domésticos. Isopor, copos plásticos, pratos, talheres, embalagens de alimentos, todos esses produtos podem ser fabricados com o PS.

Nomenclatura de aromáticos ramificados

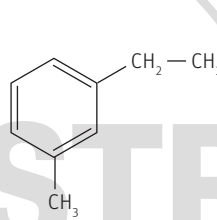
Observe os seguintes exemplos.



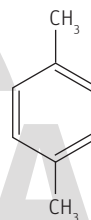
metilbenzeno (tolueno)



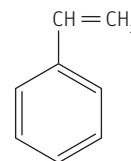
1-etil-2-metilbenzeno (orto-etilmetilbenzeno)



1-etil-3-metilbenzeno (meta-etilmetilbenzeno)



1,4-dimetilbenzeno (para-dimetilbenzeno)



etenilbenzeno ou vinilbenzeno (estireno)

Indicam-se os nomes dos grupos ligados ao anel aromático seguidos do nome da cadeia principal (benzeno, naftaleno, etc.). O **metilbenzeno** é mais conhecido por seu nome usual: **tolueno**.

Quando existe mais de um grupo substituinte, as posições dos grupos são numeradas com os menores números possíveis e seus nomes são escritos em ordem alfabética, como se pode notar no 1-etil-2-metilbenzeno e no 1-etil-3-metilbenzeno.

A nomeação de substâncias formadas por moléculas que apresentam dois grupos ligados ao anel benzênico pode ser feita de outra maneira: a posição **1-2** dos grupos é denominada **orto**, ou simplesmente **o**. A posição **1-3** é denominada **meta** ou **m**, e a **1-4** é chamada de **para** ou **p**. Veja os exemplos.

- 1-etil-2-metilbenzeno →
→ *orto*-etilmetilbenzeno ou *o*-etilmetilbenzeno
- 1-etil-3-metilbenzeno →
→ *meta*-etilmetilbenzeno ou *m*-etilmetilbenzeno
- 1,4-dimetilbenzeno →
→ *para*-dimetilbenzeno ou *p*-dimetilbenzeno

Os prefixos (*orto*, *meta* e *para*) não são usados para substâncias formadas por moléculas em que há mais de dois grupos ligados ao anel benzênico.

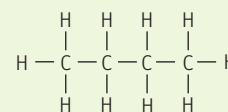
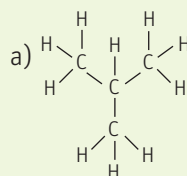
EXERCÍCIO RESOLVIDO

6. O isobutano é um hidrocarboneto que nas condições ambientes é um gás incolor, inflamável e não tóxico. Ele é usado como matéria-prima intermediária para fabricar vários produtos orgânicos.

O isobutano de alta pureza é usado como matéria-prima para preparação de misturas de gases utilizadas na calibração de analisadores. Nos Estados Unidos e Europa, por motivos ecológicos ligados à preservação da camada de ozônio, o isobutano vem sendo utilizado como agente refrigerante em geladeiras domésticas em substituição ao Tetrafluoretano.

- Dê a fórmula estrutural do isobutano e do seu isômero, o butano.
- Faça uma pesquisa sobre o uso do isobutano como gás refrigerante e comente as vantagens e desvantagens do uso desse gás.
- A temperatura de ebulição do butano é $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a do isobutano é $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por que as temperaturas de ebulição desses compostos são diferentes, apesar de eles apresentarem a mesma fórmula molecular?
- Por que a temperatura de ebulição do isobutano é menor?

Resolução



- As vantagens são que os hidrocarbonetos têm potencial de destruição da camada de ozônio zero ($\text{ODP} = 0$), e potencial de aquecimento global direto desprezível ($\text{GWP} = 3$). A desvantagem é que os hidrocarbonetos são inflamáveis.
- Ambos os compostos, por serem apolares, apresentam o mesmo tipo de interação intermolecular, ou seja, forças de dispersão de London. A intensidade dessa força depende da superfície de contato entre as moléculas. Assim, como a superfície de contato das moléculas desses dois compostos é diferente, eles apresentam temperaturas de ebulição diferentes.
- Quanto maior a superfície de contato entre as moléculas apolares, maior a atração entre ambas. Nesse caso, a superfície de contato do isobutano é menor do que a do butano, o que justifica uma temperatura de ebulição menor quando comparamos esses compostos.

7. O uso de gasolina adulterada pode causar sérios prejuízos nos veículos, segundo especialistas. [...] Em muitos casos a adulteração é feita com o etanol. Isso acontece quando a quantidade de álcool na gasolina é maior do que a permitida pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), no caso, [27%]. Um teste simples e obrigatório caso haja dúvida, pode ser feito em qualquer posto de combustíveis para saber qual é a porcentagem de álcool existente na gasolina vendida. Em um recipiente de 100 ml o frentista coloca metade de água e metade de gasolina. A gasolina não se mistura com a água, apenas o etanol. Então é só ficar de olho [...]

Abastecer com gasolina adulterada pode causar danos ao veículo. *GI*. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2014/06/abastecer-com-gasolina-adulterada-pode-causar-danos-ao-veiculo.html>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

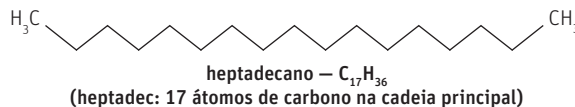
O que acontece ao se fazer esse teste? Como você perceberá se a gasolina estiver adulterada?

8. O isopreno é um composto orgânico tóxico que é utilizado como monômero para a fabricação do poli-isopreno, a borracha, através de uma reação de polimerização, e também é usado como catalisador para a obtenção de outros compostos químicos.

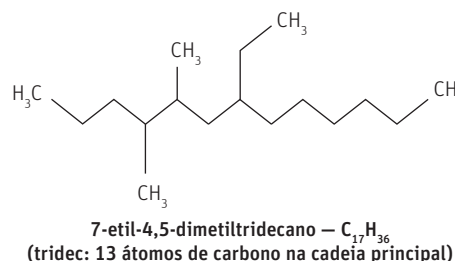
- Qual é a fórmula estrutural do isopreno?
- Qual é o nome oficial do isopreno?

9. Em uma aula de laboratório, um aluno precisa identificar dois hidrocarbonetos: um é sólido e o outro é líquido. O professor mostra as estruturas químicas e os nomes oficiais dos dois compostos.

a)



b)



Considerando as informações do exercício, qual deles provavelmente é o sólido? E qual é o líquido?

Petróleo: fonte de hidrocarbonetos

O petróleo é uma mistura viscosa, menos densa do que a água, composta de grande quantidade de hidrocarbonetos e pequenas quantidades de substâncias que contêm enxofre, oxigênio e nitrogênio. Contém alcanos, alcenos, cicloalcanos e compostos aromáticos. Sua cor geralmente varia entre marrom e preta.

Dele é possível obter, por exemplo, asfalto para pavimentação de ruas e estradas, combustíveis, como o gás de cozinha e a gasolina, matérias-primas para a produção de plásticos, medicamentos e roupas, entre diversos outros produtos.

Graças a essa versatilidade e à importância dos seus subprodutos, o petróleo tem grande valor econômico. Por causa dele, houve – e ainda há – diversas guerras e outros conflitos ao longo da história.

Formação das bacias sedimentares

Existem diversas teorias sobre a formação do petróleo. A mais aceita é a de que ele se originou do acúmulo de restos orgânicos (restos de seres vivos) depositados no fundo de lagos e mares.

Ao longo de milhões de anos, camadas de sedimentos (areia, terra, entre outros) foram depositadas sobre essa matéria orgânica, em decomposição por microrganismos. Com o aumento do número de camadas, a elevação da pressão e da temperatura promoveu alterações nas ligações químicas da matéria orgânica ali depositada.

Durante esse processo, ocorreu a formação de gases e de um material altamente viscoso, rico em hidrocarbonetos de elevada massa molecular (querogênio). Por causa de seu caráter líquido, o querogênio pôde penetrar nos poros de rochas subterrâneas, as chamadas **rochas-fonte**.

Dentro delas, o querogênio sofreu maior elevação de pressão e temperatura e formou o petróleo – líquido menos viscoso do que o querogênio e rico em compostos de menor massa molecular –, que foi expelido dessas rochas e formou bacias sedimentares subterrâneas. O mesmo processo de formação do petróleo é aceito para a compreensão da origem do gás natural, produto rico em hidrocarbonetos de baixa massa molecular (imagem ao lado).

QUÍMICA E BIOLOGIA

Vazamentos de petróleo

Derramamentos de petróleo são graves acidentes que geram poluição ambiental; esses acidentes são de difícil contenção e remediações por alguns fatores, como a quantidade de petróleo e o espalhamento que ele apresenta nos oceanos.

Os vazamentos que derramam petróleo no ambiente podem acontecer em navios petroleiros, nas plataformas utilizadas para extração do óleo e também nos oleodutos que servem para fazer a distribuição do produto. Em geral, os vazamentos ocorrem devido a falha ou danos em alguns equipamentos, mas eles também podem ocorrer devido a falhas humanas nos processos de extração e transporte do petróleo. Por exemplo, se a pressão exercida para a retirada do petróleo do reservatório for excessiva pode ocorrer uma fissura no assoalho, permitindo o vazamento.

Quando esse tipo de evento acontece nos oceanos, grande quantidade de petróleo é lançada na água ocasionando a formação das manchas escuras. O petróleo é espalhado devido às correntes marítimas e também pelas correntes de ar.

Os danos causados pelo derramamento de petróleo são extremamente severos, já que ele é uma mistura extremamente tóxica que pode acarretar na morte das espécies marinhas e impactar a população que vive na região do acidente, além de diversos outros problemas.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

O petróleo e a Antiguidade

Embora seja difícil imaginar, o petróleo vem sendo utilizado pela humanidade há muito tempo, sob diversos nomes, entre eles: betume, alcatrão, resina, óleo da terra, nafta, óleo de rocha, bálsamo da terra, pissasfalto, múmia, breia, óleo de Medeia. Na Antiguidade, o petróleo era muito utilizado, principalmente na iluminação noturna e na cremação dos mortos. Neste último caso, os corpos eram banhados com betume para facilitar a propagação das chamas.

Registros apontam o uso do petróleo como impermeabilizante em construções como pirâmides, palácios, templos e até nos Jardins Suspensos da Babilônia, uma das sete maravilhas do Mundo Antigo.



O petróleo é formado dentro de rochas porosas (rocha-fonte) e, depois, expelido, originando bacias. Esquema em cores-fantasia.



Devido à baixa densidade, o petróleo se mantém na superfície, o que dificulta a oxigenação da água e, conseqüentemente, prejudica os peixes e a alimentação das aves. Embarcações usam boia em vazamento de petróleo na Bacia de Campos (RJ). Foto de 2011.

Exploração do petróleo

A exploração do petróleo compreende três importantes passos: a **localização de bacias sedimentares**, as **perfurações** e, por último, a **extração**.

O ponto de partida na busca do petróleo é a **prospecção**. Nessa fase, o solo e o subsolo são detalhadamente analisados. Diversas informações sobre a formação do terreno são fundamentais para determinar a probabilidade de existir ou não petróleo no local estudado.

Caso as análises do terreno indiquem a existência de petróleo, ocorre a **perfuração** de um primeiro poço. Ao ser comprovada a existência de petróleo, outros poços são perfurados para avaliar a extensão da bacia.

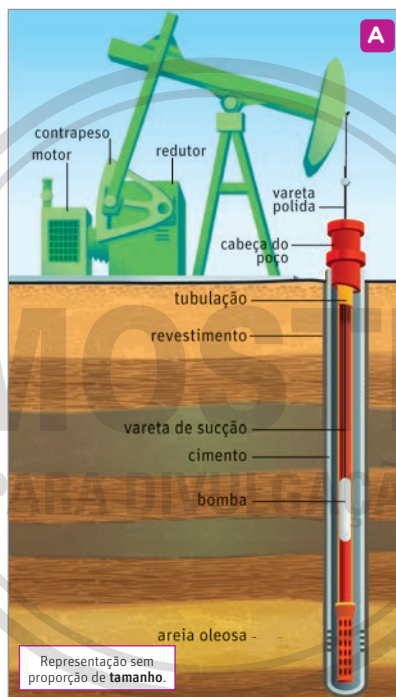
Essa avaliação determina a viabilidade comercial da extração do petróleo descoberto. Caso seja viável, os vários poços perfurados formam um **campo de petróleo**.

Após essa análise de viabilidade, começa a fase da **extração**. No início, o petróleo pode vir espontaneamente à superfície por causa da elevada pressão dos gases do interior da bacia.

Dependendo de como o petróleo se formou, ele pode vir acompanhado de água salgada e gás natural (mistura gasosa composta principalmente de metano, CH_4). Com a redução da pressão, são utilizados equipamentos, como o “cavalo de pau”, para bombear o petróleo para a superfície (imagem A).

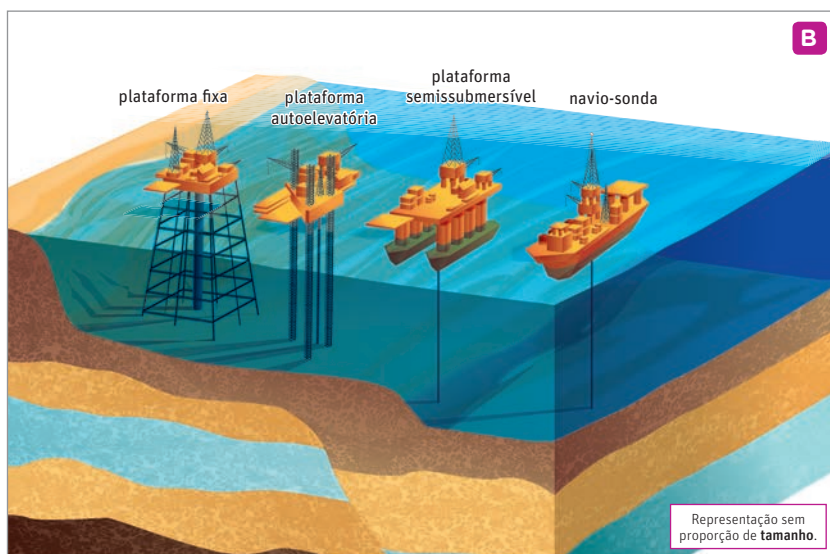
Os trabalhos em mar seguem a mesma metodologia aplicada em terra, mas com a utilização de equipamentos especiais de perfuração e extração por meio de bombas em plataformas e navios-sonda (imagem B).

“Cavalo de pau” bombeando petróleo de um poço. Esquema em cores-fantasia. Fonte de pesquisa: CA.gov. Disponível em: <http://www.conservation.ca.gov/dog/picture_a_well/Pages/gh_well.aspx>. Acesso em: 28 mar. 2016.



Ilustrações: AMJ Studio/ID/BR

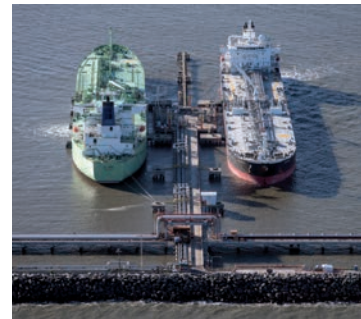
Representação sem proporção de tamanho.



Representação sem proporção de tamanho.

SAIBA MAIS

O transporte do petróleo



Os navios petroleiros são gigantescos, com até 500 metros de comprimento e 70 metros de largura. Petroleiros ancorados na refinaria de Abreu e Lima, no Recife (PE). Foto de 2013.

Para levar o petróleo para as refinarias e das refinarias para as indústrias, são utilizados oleodutos, gasodutos, navios petroleiros e terminais marítimos.

Oleodutos e gasodutos são sistemas que transportam, respectivamente, o óleo e o gás, por meio de tubos subterrâneos.

Por causa do imenso tamanho, os **navios petroleiros** não podem atracar nos portos convencionais. Para essas embarcações, são utilizados **terminais marítimos** para a transferência da carga dos navios para a terra, e vice-versa.

Esses navios são tão grandes que a sua tripulação utiliza bicicletas para atravessar o convés!

A vantagem é que eles possibilitam transportar elevados volumes de combustível por longas distâncias. Muitas vezes, o comércio é feito entre países de diferentes continentes.

Entretanto, embora seja vantajoso economicamente, o transporte marítimo do petróleo apresenta falhas e é responsável por danos ambientais que chegam a ser irreparáveis.

Há vários tipos de plataforma para exploração em alto-mar. Esquema em cores-fantasia.

Refino do petróleo

Devido à sua composição variável e ao grande número de substâncias que o compõem, o petróleo não pode ser empregado diretamente na produção de seus derivados. Antes de sua utilização, ele é transportado para uma indústria chamada **refinaria**, na qual é fracionado (imagem A).

Destilação do petróleo

A primeira etapa de separação dos diversos componentes do petróleo é uma **destilação fracionada**, que ocorre dentro de uma torre de destilação. Nela, à medida que a altura aumenta, a temperatura diminui (imagem B).

O petróleo é inicialmente aquecido até a ebulição. O vapor formado vai sendo resfriado à medida que sobe pela torre.

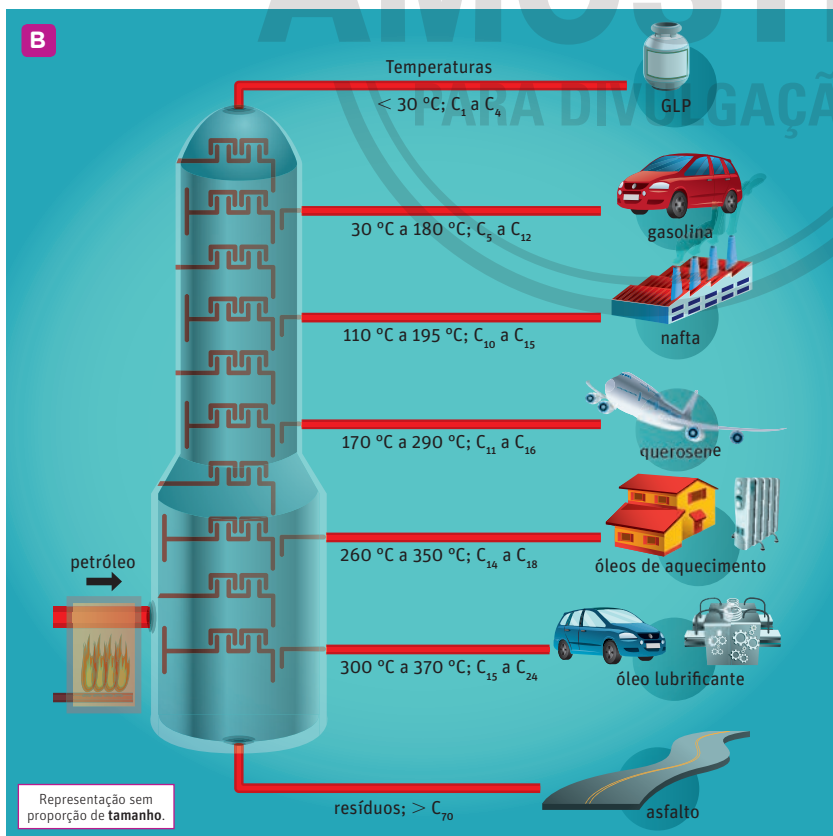
A separação ocorre em razão da diferença na temperatura de ebulição de cada fração da mistura. Frações com menor número de átomos de carbono são obtidas nas partes superiores da torre; e as que apresentam maior número de átomos de carbono, nos níveis inferiores.

Na destilação fracionada do petróleo, não se obtêm substâncias puras, mas grupos de substâncias chamados de **fração** e classificados de acordo com os diferentes hidrocarbonetos presentes, identificados por C_n (n é a quantidade de átomos de carbono por molécula) ou conforme seus usos mais comuns, como asfalto, querosene ou gasolina.

Vista aérea da Refinaria de Manaus (AM). Foto de 2014.



Rubens Chaves/Pulsar Imagens



Representação sem proporção de tamanho.

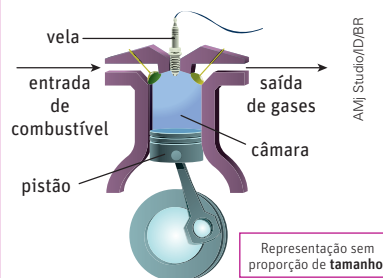
AMI Studio/DBR

Representação da destilação fracionada do petróleo e de alguns subprodutos (frações) obtidos em sua separação. Imagem em cores-fantasia.

SAIBA MAIS

Octanagem da gasolina

O funcionamento de um motor de motocicleta ou de automóvel baseia-se no aproveitamento da energia liberada na reação de combustão.



Representação sem proporção de tamanho.

Esquema simplificado de um motor de combustão interna. Cores-fantasia.

A combustão ocorre dentro do cilindro do veículo, onde a mistura de ar e combustível é pressurizada e depois explodida por meio de uma faísca produzida pela vela de ignição.

Para o melhor rendimento possível, o combustível deve explodir no momento correto, quando a vela solta a faísca.

No caso da gasolina, que é uma mistura de hidrocarbonetos, nem sempre isso acontece. Alguns componentes, como o heptano, explodem antes da faísca, enquanto outros, como o iso-octano, explodem no momento exato.

Para classificar a qualidade da gasolina, foi criada uma escala. A uma gasolina que apresenta o mesmo rendimento do iso-octano é atribuído o índice de octanagem 100. A uma gasolina que tem o mesmo rendimento do heptano é atribuído o índice de octanagem 0. Uma gasolina com índice de octanagem 80 tem o mesmo rendimento que uma mistura de 80%, em volume, de iso-octano e 20% em volume de heptano.

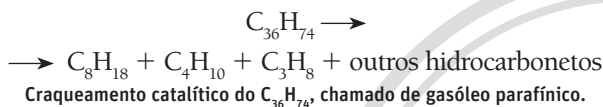
O valor de octanagem de um combustível pode ultrapassar 100, muitas vezes com a ajuda de aditivos (antidetonantes), como o etanol. Combustíveis de elevada octanagem são utilizados para finalidades especiais, como a aviação, por exemplo.

Craqueamento do petróleo

Embora capaz de produzir grandes quantidades de combustível, a destilação fracionada do petróleo não supre a demanda mundial de gasolina e óleo *diesel*. Para aumentar o rendimento desses componentes, as frações de cadeias carbônicas maiores são submetidas a um processo chamado de **craqueamento catalítico**, que envolve o aquecimento a altas temperaturas, com o auxílio de catalisadores adequados e a **ausência de oxigênio**.

Essas conversões ocorrem por meio de reações bastante complexas, as quais não são objetivo de estudo neste capítulo.

Veja um exemplo do craqueamento do gasóleo parafínico, que leva à formação de iso-octano – um dos componentes da gasolina – e dos gases butano e propano.



Uso do petróleo e suas consequências ambientais

O petróleo e seus derivados são extremamente importantes para as sociedades atuais. No entanto, a extração e o uso desse recurso provocam impactos ambientais cada vez mais preocupantes.

A queima de combustíveis derivados do petróleo libera grandes quantidades de gás carbônico (CO_2) na atmosfera, considerado por muitos um dos principais causadores da intensificação do efeito estufa.

Falhas no transporte e no descarte de petróleo causam diversos danos ambientais, como a contaminação de mares e a morte de inúmeros organismos.

Outra consequência é o aumento na produção de materiais não degradáveis, como garrafas, brinquedos, fraldas e sacolas plásticas, que ocupam volumes imensos em lixões, lagos, rios e oceanos e cujo tempo de decomposição é bastante grande.

O petróleo é um combustível fóssil não renovável. Cada vez mais os países esforçam-se na pesquisa e utilização de outras fontes de energia mais limpas e renováveis, como a energia solar, a hidrelétrica, etc.

SAIBA MAIS

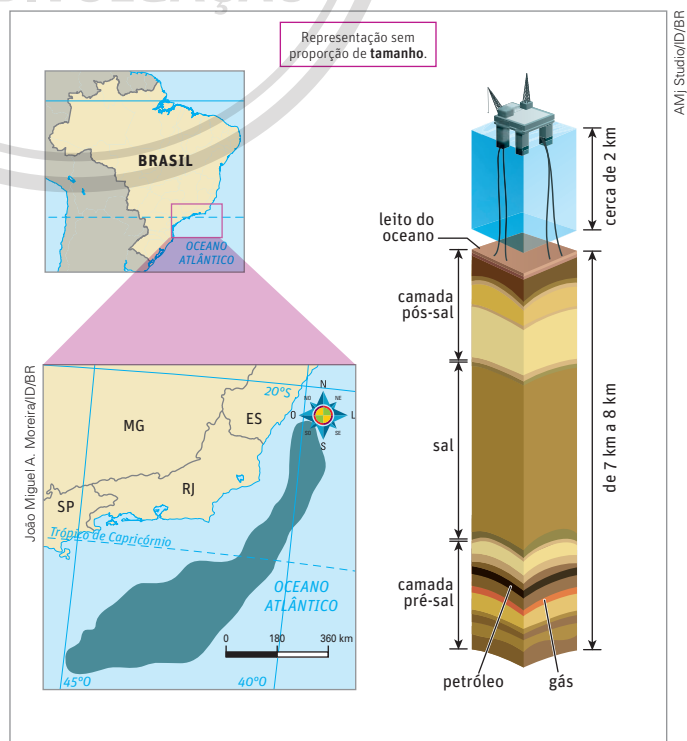
Entenda o que é a camada pré-sal

Na história da Terra, ocorreu a separação dos continentes atuais do antigo continente Gondwana. Durante a separação dos atuais continentes Americano e Africano, há cerca de 150 milhões de anos, formaram-se grandes depressões entre esses dois continentes, que deram origem a grandes lagos onde, durante milhões de anos, as rochas que deram origem ao petróleo do pré-sal depositaram-se.

Como todos os rios dos continentes que se separavam corriam para as regiões mais baixas, grandes volumes de matéria orgânica se depositaram nesses lagos. Conforme os continentes se distanciavam, a matéria orgânica encontrada no espaço entre eles foi coberta por águas que começavam a formar o oceano Atlântico. Dava-se início, ali, à formação de uma camada de sal sobre a matéria orgânica acumulada, que atualmente chega a possuir até 2 mil metros de espessura. Essa camada de sal reteve a matéria orgânica por milhões de anos, até que complexas transformações ocorressem e a transformassem em hidrocarbonetos que compõem o petróleo e o gás natural.

Grandes reservas de petróleo podem ser encontradas na camada pré-sal, especialmente na província pré-sal, uma área com aproximadamente 800 km de extensão por 200 km de largura, no litoral entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo.

Atualmente, discute-se extrair petróleo no pré-sal brasileiro a profundidades superiores a 7 km no mar. Uso de cores-fantasia.



Carvão mineral: fonte de hidrocarbonetos aromáticos

Os hidrocarbonetos aromáticos são obtidos a partir da **hulha**, que é o carvão mineral mais abundante que existe.

Depois que é retirado da mina (imagens A e B), esse carvão passa por um processo denominado **destilação seca** (feita na ausência de oxigênio), pelo qual são obtidas as seguintes substâncias nos estados gasoso, líquido e sólido.

- Gasoso – **gases combustíveis** (CH_4 , H_2 , CO , etc.).
- Líquido – **águas amoniacais** (solução contendo compostos nitrogenados); alcatrão de hulha (mistura predominante de hidrocarbonetos aromáticos).
- Sólido – **carvão coque**.

As águas amoniacais são utilizadas na fabricação do adubo; e o carvão coque, na indústria siderúrgica.

O alcatrão de hulha é um líquido escuro e viscoso, e seus principais componentes são benzeno, naftaleno e fenantreno.

A partir do benzeno, a indústria química produz corantes, explosivos, detergentes, etc.

A quantidade de compostos aromáticos que se obtém do carvão não é suficiente para suprir a grande demanda. Assim, a indústria petroquímica tornou-se uma alternativa para a obtenção desse tipo de composto. O petróleo passou a ser a principal fonte de hidrocarbonetos aromáticos, os quais também podem ser sintetizados em processos químicos específicos.



Trabalhadores em mina extrativa de carvão mineral, Forquilha (SC). Foto de 2011.



Vista parcial de campo de extração de carvão mineral, Congonhas (MG). Foto de 2011.

SAIBA MAIS

Como se forma o carvão mineral?

O carvão originou-se de árvores e plantas que foram soterradas milhares ou milhões de anos atrás. Essas plantas sofreram várias transformações pela ação de microrganismos e por pressão e temperatura elevadas.

Com o passar do tempo, elas perderam água e outros materiais; o que se acumulou cada vez mais foi o carbono (C).

Existem vários tipos de carvão: a **turfa**, que possui de 60% a 65% em massa de C; o **linhito**, que contém de 65% a 80% em massa de C; a **hulha** (ou **carvão de pedra**), que contém entre 80% e 90% em massa de C, e o **antracito**, que possui de 90% a 95% em massa de C.

A turfa é utilizada para prevenir e combater derramamentos de petróleo. O antracito é usado em filtros de tratamento de água. A hulha é o carvão mineral mais utilizado na obtenção de hidrocarbonetos aromáticos.

Todos eles são usados como combustíveis; a queima da turfa e do linhito libera muita fuligem, diferentemente da queima do antracito, considerada mais limpa.



Amostra de carvão mineral.

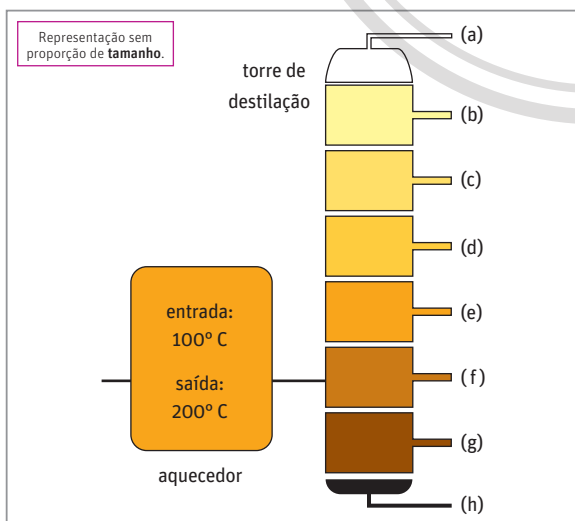
- 10.** O Nevoeiro de 1952, conhecido também como Big Smoke, foi um período de severa poluição atmosférica, entre os dias 5 e 9 de dezembro de 1952, que encobriu a cidade de Londres. O fenômeno foi considerado um dos piores impactos ambientais até então, sendo causado pelo crescimento incontido da queima de combustíveis fósseis na indústria e nos transportes. Acredita-se que o nevoeiro tenha causado a morte de 12 000 londrinos, e deixado outros 100 000 doentes.

As mortes, na maioria dos casos, ocorreram em consequência de infecções do trato respiratório, causadas por hipóxia, e também pela obstrução mecânica das vias respiratórias superiores por deposição de secreções causada pela fumaça negra e afecções. As infecções de pulmão eram principalmente broncopneumonia ou bronquite aguda.

O grande número de mortes deu um importante impulso aos movimentos ambientais, e levou a uma reflexão acerca da poluição do ar, pois a fumaça havia demonstrado grande potencial letal. Então, novas regulamentações legais foram baixadas, restringindo o uso de combustíveis sujos na indústria e banindo a fumaça negra.

Faça uma pesquisa relacionando os efeitos desse desastre ambiental ao uso de carvão, explicando como esse combustível é responsável pela poluição ambiental.

- 11.** Você é o engenheiro responsável pela destilação de petróleo na refinaria Petrocia. A figura a seguir representa o modelo da torre de destilação utilizada, cujas frações obtidas estão indicadas pelas letras de **a** a **h**:



Esquema representativo da torre de destilação. Cores-fantasia.

A seguir são apresentadas duas tabelas. Na tabela 1, estão os dados do funcionamento atual da torre. Na tabela 2, um guia em que se resumem as diversas frações de petróleo de interesse para a refinaria.

Fração	Faixa de temperatura	
	Menor (em °C)	Maior (em °C)
(b)	20	60
(c)	60	90
(d)	90	150
(e)	150	200
(f)	200	300
(g)	300	400

Tabela 1: modo de operação atual.

Produtos	Faixa de compostos (átomos de carbono)	Faixa de ebulição (em °C)	
		De	Até
Gás natural	1 a 4	–	20
Éter de petróleo	5 a 6	20	60
Benzina	7 a 8	60	90
Gasolina	6 a 12	75	200
Querosene	12 a 15	150	300
Óleo <i>diesel</i>	15 a 18	250	350
Óleo lubrificante	16 a 24	300	400
Asfalto	Superior a 26	–	–

Tabela 2: frações de interesse para a refinaria.

- Em quais das frações indicadas é possível obter gasolina?
 - Nas frações indicadas, quais outros produtos são obtidos?
 - Estuda-se a possibilidade de reduzir o número de frações utilizadas para obter gasolina. Quais mudanças poderiam ser realizadas para viabilizar essa hipótese?
 - Com base na sua análise, a diretoria da refinaria Petrocia optou por obter gasolina em duas frações, de tal forma que cada fração contenha gasolina e apenas um outro produto. Indique como serão as temperaturas na torre de destilação e quais produtos serão obtidos em cada uma dessas temperaturas.
- 12.** Diretores de uma grande indústria siderúrgica, para evitar o desmatamento e adequar a empresa às normas de proteção ambiental, resolveram mudar o combustível dos fornos da indústria. O carvão vegetal foi então substituído pelo carvão mineral. Entretanto, foram observadas alterações ecológicas graves em um riacho das imediações, tais como a morte dos peixes e dos vegetais ribeirinhos. Em sua opinião, o que causou essas mortes?

Atividade experimental

Determinação da massa molar do gás butano

Objetivo

Determinar a massa molar do gás butano, fazendo uso das leis dos gases.

Material

- isqueiro
- balança
- mangueira de borracha
- água
- proveta de 250 mL
- cuba de vidro
- termômetro

ATENÇÃO!

Por questões de segurança, essa atividade é feita pelo professor. O butano é uma substância inflamável.

Equipamentos de segurança

Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.

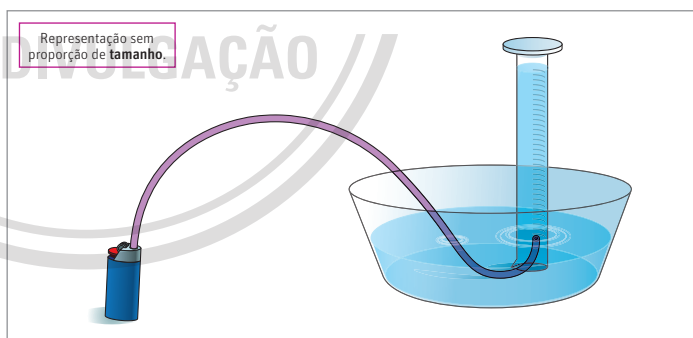
Devido à alta pressão no interior do isqueiro, podemos encontrar nele o butano nos estados líquido e gasoso.



Eduardo Santalucia/D/BR

Procedimento

1. Com o auxílio de uma balança, determine a massa inicial do isqueiro (m_1). Em seguida, conecte uma mangueira flexível na saída do isqueiro, certificando-se de que não há vazamentos nessa conexão.
2. Adicione água a uma proveta de 250 mL até a extremidade superior. Tampando essa extremidade, inverta a proveta e a submerja em uma cuba com água, de maneira que a proveta permaneça cheia de água e na posição vertical.
3. Em seguida, coloque no interior da proveta a extremidade livre da mangueira conectada ao gás, conforme indicado na figura ao lado. Determine a temperatura da água no sistema e, em seguida, inicie a injeção de gás, que, ao atingir a proveta, vai provocar um deslocamento na coluna de água em seu interior.
4. Faça a leitura do volume de gás coletado na proveta. Anote esse valor para os cálculos posteriores.
5. Pese novamente o isqueiro e anote o valor da massa (m_2).



Uso de cores-fantasia.

AMJ Studier/D/BR

Resíduos

A quantidade de butano coletada pode ser dispersa em um ambiente aberto e longe de fontes de calor.

Análise e discuta

1. Calcule a variação de massa do isqueiro. A que se deve essa diminuição na sua massa?
2. Como você determinou o volume do gás butano que saiu do isqueiro? Apresente o valor encontrado.
3. Qual foi a temperatura da água durante o experimento?
4. Considerando a pressão atmosférica igual a 1 atm e o valor da constante universal dos gases igual a $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, calcule a massa molar (M) do gás butano utilizando a equação de estado dos gases.

13. “Toda reação de combustão é uma reação de oxirredução, mas o contrário não é válido.”

Explique a afirmação acima e cite um exemplo que a justifique.

14. Represente as fórmulas estrutural e molecular dos compostos não ramificados listados em cada um dos itens a seguir.

- Decano.
- Eteno.
- Propino.
- Ciclopentano.
- Ciclopropeno.
- Hexa-1,3-dieno.

15. Represente também as fórmulas estrutural e molecular dos compostos ramificados listados em cada um dos itens abaixo.

- 2-metiloctano.
- 6-metiloct-1-eno.
- 3-metilpent-1-ino.
- Metilciclopentano.
- 3-etilciclobuteno.
- 2,5-dimetil-hexa-1,3-dieno.

16. Observe atentamente as fórmulas dos compostos abaixo. Em quais desses hidrocarbonetos não é necessário numerar a posição da dupla ou da tripla-ligação? Por quê?

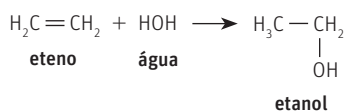
- $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$
- $\text{HC}\equiv\text{CH}$
- $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$
- $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

17. Qual dos seguintes hidrocarbonetos possui a temperatura de ebulição mais alta? Justifique sua resposta.

- Metano.
- Octano.
- Etano.
- Butano.
- Hexano.

18. Em sua opinião, pode existir algum alcino chamado metino? Justifique sua resposta.

19. O etanol pode ser obtido a partir da reação de hidratação de eteno catalisada por ácido. Observe a equação dessa reação.



Quantos gramas de eteno devem reagir para obter 85 g de etanol?

Dados:

massa molar do eteno = $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 massa molar da água = $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 massa molar do etanol = $46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

20. A combustão do carvão é muito utilizada para fazer churrasco.

- Equacione a combustão completa do carvão.
- Considerando que o fogo não alcança a carne em nenhum momento, explique como ocorre o aquecimento da carne em decorrência da combustão do carvão.
- Todo calor produzido na combustão do carvão é transferido para a carne? Justifique.
- De acordo com quem entende de churrasco, abanar o fogo torna-o mais intenso, porém abaná-lo em excesso pode apagá-lo. Explique essas duas afirmativas.
- A combustão incompleta do carvão produz diversas impurezas que são transportadas para a carne. Que alterações podem ser realizadas em uma churrasqueira para que a quantidade de impurezas transportadas para a carne seja menor?

21. Considere que dois veículos distintos **A** e **B** – um movido a gasolina e o outro a álcool (etanol), respectivamente – foram abastecidos totalmente. Responda aos itens abaixo considerando que a gasolina seja formada apenas por 2,2,4-trimetilpentano e que o álcool seja formado apenas por etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$).

Dados:

$$d_{(\text{gasolina})} = 0,690 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$d_{(\text{álcool})} = 0,789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

- Calcule a quantidade de matéria presente em cada um dos veículos, admitindo que os tanques de combustível possuem o mesmo volume (60 L) e que não há perda por evaporação.
- Equacione a reação de queima completa para esses dois combustíveis.
- Calcule o volume total de dióxido de carbono que cada veículo lança ao meio ambiente.
- Supondo que o preço da gasolina nesse posto fosse R\$ 2,50/L, o do álcool, R\$ 1,70/L, e que os veículos **A** e **B** consumissem 14 km/L e 10 km/L, respectivamente, qual deles seria mais vantajoso financeiramente? Justifique.
- Existe alguma vantagem em se utilizar o etanol como combustível e não a gasolina? Justifique sua resposta.

Pré-sal

As descobertas no pré-sal estão entre as mais importantes em todo o mundo na última década [década de 2000]. A província pré-sal é composta por grandes acumulações de óleo leve, de excelente qualidade e com alto valor comercial. Uma realidade que nos coloca em uma posição estratégica frente à grande demanda de energia mundial.

De 2010 a 2014, a média anual de produção diária do pré-sal cresceu quase 12 vezes, avançando de uma média de 42 mil barris por dia em 2010 para 492 mil barris por dia em 2014.

Para descobrir essas reservas e operar com eficiência em águas ultra profundas, desenvolvemos tecnologia própria e atuamos em parceria com fornecedores, universidades e centros de pesquisa. Contratamos sondas de perfuração, plataformas de produção, navios, submarinos, com recursos que movimentam toda a cadeia da indústria de energia.

Importantes conquistas

Chegamos à produção de mais de 800 mil barris por dia no pré-sal, em abril, apenas oito anos após a primeira descoberta na região, ocorrida em 2006, e dez meses após a marca dos 500 mil barris diários de produção, obtida em junho de 2014. Essa produção comprova a elevada produção média dos poços da camada pré-sal e representa uma marca significativa na indústria do petróleo, especialmente porque os campos se situam em águas profundas e ultra profundas.

Uma comparação com nosso próprio histórico de produção dá a dimensão desse resultado: foram necessários 31 anos para alcançarmos a marca de 500 mil barris diários de produção, o que ocorreu no ano de 1984, com a contribuição de 4 108 poços produtores. Comparando com a Bacia de Campos, foram necessários 21 anos para alcançar esse mesmo patamar, contando com a contribuição de 411 poços produtores.

Oportunidade de emprego e desenvolvimento da indústria

O volume de negócios gerado pelo pré-sal impulsiona o desenvolvimento de toda a cadeia de bens e serviços, trazendo tecnologia, capacitação profissional e grandes oportunidades para a indústria. Grandes fornecedores de bens e serviços instalam no Brasil suas unidades de produção e encontram espaço para gerar tecnologia junto com os centros de pesquisa. Atendendo à política de conteúdo local, nossa demanda de navios, plataformas, sondas e tudo que envolve a exploração e produção na área do pré-sal conta com nosso compromisso de aproveitarmos ao máximo a capacidade competitiva da indústria nacional de bens e serviços.

[...]

Além disso, para atender à crescente demanda por mão-de-obra, participamos de iniciativas como o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (Prominp), que já qualificou mais de 88 mil profissionais. A expectativa é que mais de 200 mil profissionais sejam capacitados com o programa, em 185 categorias nos níveis médio, técnico e superior.

PETROBRAS. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>>. Acesso em: 25 maio 2016.

PARA DISCUTIR

1. De acordo com o texto, quais foram os benefícios em termos de desenvolvimento causados com a descoberta de petróleo na camada pré-sal?
2. Faça uma pesquisa sobre todas as fontes de energia alternativas e renováveis de que dispomos até o momento. Quais são as fontes mais interessantes para substituir o petróleo em sua opinião? Por quê?
3. O petróleo é um recurso natural não renovável. Nossas reservas ainda são muito grandes, mas um dia vão chegar ao fim. Faça um texto narrativo contando como será sua vida nessa época (sem petróleo). Conte detalhes dessa nova vida e diga quais são as fontes de energia que se utilizam nessa nova sociedade.

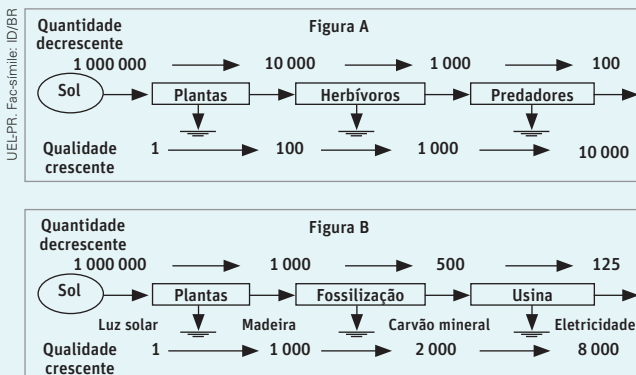
22. (Fuvest-SP) Foram misturados 2,00 L de um alcano de m átomos de carbono por molécula e 2,00 L de outro alcano de n átomos de carbono por molécula, ambos gasosos. Esses alcanos podem ser quaisquer dois dentre os seguintes: metano, etano, propano ou butano. Na combustão completa dessa mistura gasosa, foram consumidos 23,00 L de oxigênio. Todos os volumes foram medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura.

- Escreva a equação da combustão completa de um alcano de n átomos de carbono por molécula.
- Para identificar os dois alcanos que foram misturados, conforme indicado acima, é preciso considerar a Lei de Avogadro, que relaciona o volume de um gás com seu número de moléculas. Escreva o enunciado dessa lei.
- Identifique os dois alcanos. Explique como chegou a essa conclusão.

23. (Enem) Do ponto de vista ambiental, uma distinção importante que se faz entre os combustíveis é serem provenientes ou não de fontes renováveis. No caso dos derivados de petróleo e do álcool de cana, essa distinção se caracteriza:

- pela diferença nas escalas de tempo de formação das fontes, período geológico no caso do petróleo e anual no da cana.
- pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso do álcool.
- pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso dos derivados do petróleo.
- pelo tempo de combustão de uma mesma quantidade de combustível, tempo muito maior para os derivados do petróleo do que do álcool.
- pelo tempo de produção de combustível, pois o refino do petróleo leva dez vezes mais tempo do que a destilação do fermento de cana.

24. (UEL-PR) Analise as figuras a seguir.



Fonte: ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 94.

Com base nas figuras **A** e **B** e nos conhecimentos sobre o tema Energia nos Sistemas Ecológicos, considere as afirmativas a seguir.

- Na cadeia alimentar natural (fig. **A**), uma pequena biomassa de predadores apresenta uma qualidade energética 100 vezes menor que a biomassa similar de herbívoros; na cadeia energética que leva à geração de eletricidade (fig. **B**), a quantidade de energia aumenta ao longo da cadeia, mas a qualidade de energia (ou a capacidade de realizar trabalho) diminui a cada conversão.
- Os combustíveis fósseis (fig. **B**) apresentam uma qualidade ou potencial de trabalho 2 000 vezes maior que a luz solar, assim, para a energia solar fazer o trabalho realizado pelo carvão mineral ou pelo petróleo, ela deve ser concentrada 2 000 vezes.
- Uma devida adequação da qualidade da fonte de energia e principalmente do seu uso deveria ser uma consideração importantíssima nas estratégias nacionais e globais para o futuro, a fim de que a população mundial conserve e utilize de maneira responsável e eficiente as fontes hoje disponíveis.
- Como parte das adequações de qualidade, a energia do Sol seria reservada para as demandas de energia de alta qualidade, como, por exemplo, mover máquinas, evitando assim que essa propriedade seja desperdiçada no aquecimento doméstico, cabendo aos combustíveis fósseis realizar tal tarefa.

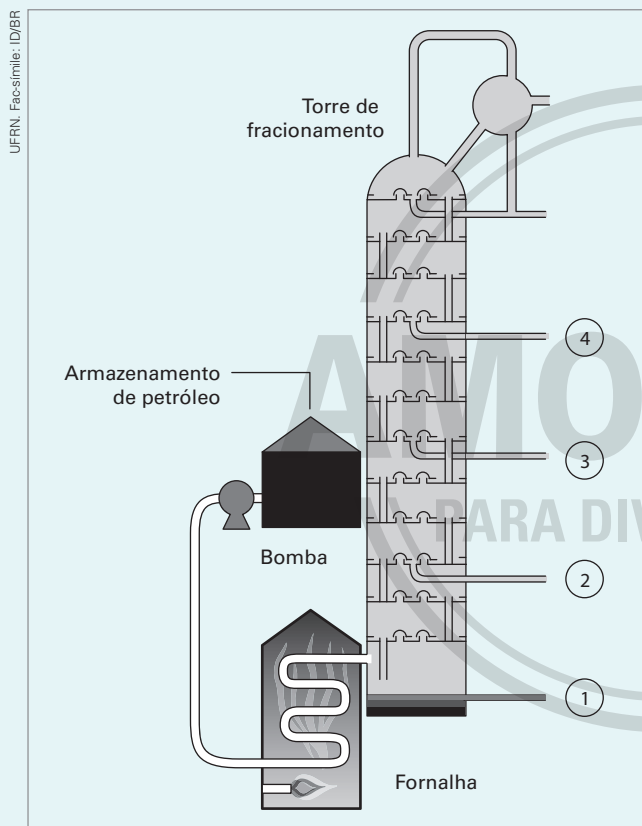
Estão **corretas** apenas as alternativas:

- I e IV.
- II e III.
- II e IV.
- I, II e III.
- I, III e IV.

25. (UFG-GO) Os combustíveis fósseis, que têm papel de destaque na matriz energética brasileira, são formados, dentre outros componentes, por hidrocarbonetos. A combustão completa dos hidrocarbonetos acarreta a formação de um óxido ácido que vem sendo considerado o principal responsável pelo efeito estufa. A fórmula química desse óxido corresponde a:

- CO_2
- SO_3
- H_2O
- Na_2O

26. (UFRN) O Rio Grande do Norte é o maior produtor de petróleo do Brasil em terra. O petróleo bruto é processado nas refinarias para separar seus componentes por destilação fracionada. Esse processo é baseado nas diferenças das temperaturas de ebulição das substâncias relativamente próximas. A figura [a seguir] representa o esquema de uma torre de destilação fracionada para o refinamento do petróleo bruto. Nela, os números de 1 a 4 indicam as seções nas quais as frações do destilado são obtidas. Na tabela [seguinte], são apresentadas características de algumas das frações obtidas na destilação fracionada do petróleo bruto.



Fração	Número de átomos de carbono na molécula	Faixa da Temperatura de ebulição (°C)
Gasolina	5 a 10	40 a 175
Querosene	11 a 12	175 a 235
Óleo combustível	13 a 17	235 a 305
Óleo lubrificante	Acima de 17	Acima de 305

Para a análise da qualidade da destilação, um técnico deve coletar uma amostra de querosene na torre de destilação. Essa amostra deve ser coletada:

- a) na seção 3. c) na seção 1.
b) na seção 2. d) na seção 4.

27. (Enem) Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente. Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque

- a) promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
b) a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
c) a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
d) a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.
e) o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

28. (Fuvest-SP) O craqueamento catalítico é um processo utilizado na indústria petroquímica para converter algumas frações do petróleo que são mais pesadas (isto é, constituídas por compostos de massa molar elevada) em frações mais leves, como a gasolina e o GLP, por exemplo. Nesse processo, algumas ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular são rompidas, sendo geradas moléculas menores. A respeito desse processo, foram feitas as seguintes afirmações:

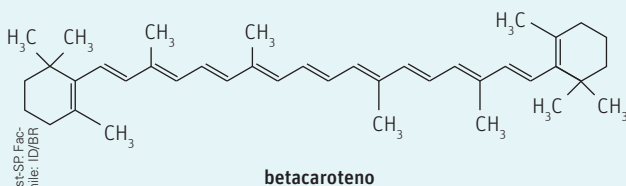
- I. O craqueamento é importante economicamente, pois converte frações mais pesadas de petróleo em compostos de grande demanda.
II. O craqueamento libera grande quantidade de energia, proveniente da ruptura de ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular.
III. A presença de catalisador permite que as transformações químicas envolvidas no craqueamento ocorram mais rapidamente.

Está correto o que se afirma em

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

29. (Fuvest-SP) Admite-se que as cenouras sejam originárias da região do atual Afeganistão, tendo sido levadas para outras partes do mundo por viajantes ou invasores. Com base em relatos escritos, pode-se dizer que as cenouras devem ter sido levadas à Europa no século XII e, às Américas, no início do século XVII. Em escritos anteriores ao século XVI,

há referência apenas a cenouras de cor roxa, amarela ou vermelha. É possível que as cenouras de cor laranja sejam originárias dos Países Baixos, e que tenham sido desenvolvidas, inicialmente, à época do Príncipe de Orange (1533-1584). No Brasil, são comuns apenas as cenouras laranja, cuja cor se deve à presença do pigmento betacaroteno, representado a seguir.

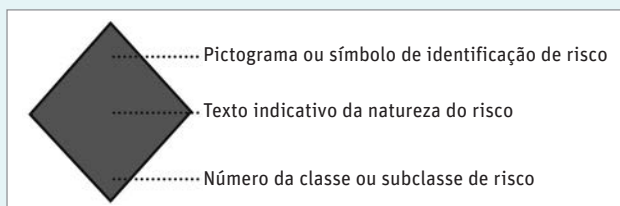


Fuvest-SP, Fac-símile: ID/BR

Com base no descrito acima, e considerando corretas as hipóteses ali aventadas, é possível afirmar que as cenouras de coloração laranja

- podem ter sido levadas à Europa pela Companhia das Índias Ocidentais e contêm um pigmento que é um polifenol insaturado.
- podem ter sido levadas à Europa por rotas comerciais norte-africanas e contêm um pigmento cuja molécula possui apenas duplas-ligações *cis*.
- podem ter sido levadas à Europa pelos chineses e contêm um pigmento natural que é um poliéster saturado.
- podem ter sido trazidas ao Brasil pelos primeiros degredados e contêm um pigmento que é um polímero natural cujo monômero é o etileno.
- podem ter sido trazidas a Pernambuco durante a invasão holandesa e contêm um pigmento natural que é um hidrocarboneto insaturado.

30. (Fatec-SP) Símbolos podem codificar informações importantes. Os losangos (rótulos de risco) são utilizados em caminhões e em outros veículos que transportam produtos químicos. Tais losangos devem ter as seguintes informações:



Por exemplo, um caminhão que transporta o lixo de hospitais, clínicas, consultórios e laboratórios deve exibir o seguinte losango:



Fatec-SP, Fac-símile: ID/BR



Fatec-SP, Fac-símile: ID/BR

Com base nessas informações, pode-se concluir que um caminhão que exiba o losango [acima] pode estar transportando:

- cal hidratada.
- caldo de cana.
- velas de parafina.
- bicarbonato de sódio.
- querosene de aviação.

31. (Uerj) O petróleo contém hidrocarbonetos policíclicos aromáticos que, absorvidos por partículas em suspensão na água do mar, podem acumular-se no sedimento marinho. Quando são absorvidos por peixes, esses hidrocarbonetos são metabolizados por enzimas oxidases mistas encontradas em seus fígados, formando produtos altamente mutagênicos e carcinogênicos. A concentração dessas enzimas no fígado aumenta em função da dose de hidrocarboneto absorvida pelo animal.

Em um trabalho de monitoramento, quatro gaiolas contendo, cada uma, peixes da mesma espécie e tamanho foram colocadas em pontos diferentes no fundo do mar, próximas ao local de um derramamento de petróleo. Uma semana depois, foi medida a atividade média de uma enzima oxidase mista nos fígados dos peixes de cada gaiola. Observe os resultados encontrados na tabela abaixo.

Número da gaiola	Atividade média da oxidase mista ($\frac{\text{unidades}}{\text{grama de fígado}}$)
1	$1,0 \times 10^{-2}$
2	$2,5 \times 10^{-3}$
3	$4,3 \times 10^{-3}$
4	$3,3 \times 10^{-2}$

A gaiola colocada no local mais próximo do derramamento de petróleo é a de número:

- 1
- 2
- 3
- 4

Funções oxigenadas

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Alcoóis e enóis.

Fenóis.

Éteres.

Aldeídos e cetonas.

Ácidos carboxílicos.

Ésteres.



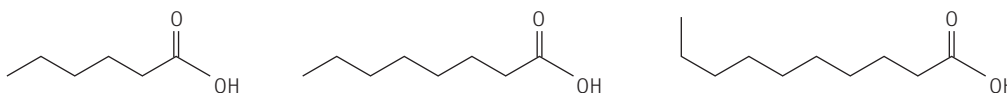
O odor de quem cuida de cachorros, por exemplo, provoca uma resposta emocional instintiva desses animais.

Você já reparou que determinados animais têm o faro bem aguçado? Além dos cães e, especialmente, os de caça, as toupeiras e os tubarões estão entre os animais cujo olfato é bem desenvolvido. Que outros animais poderiam entrar nessa lista? Em sua opinião, por que o faro apurado é importante para a sobrevivência deles?

Cada ser humano tem seu “cheiro característico”, proveniente de um conjunto de centenas de compostos químicos eliminado pelos poros da pele, que variam de acordo com o metabolismo. Além disso, muitas dessas substâncias são modificadas por bactérias, formando moléculas de odor desagradável. Essa é uma das características das substâncias classificadas como ácidos carboxílicos.

Ácidos carboxílicos com cadeias carbônicas curtas (1 a 4 átomos de carbono) apresentam odor forte ou irritante. Conforme o número de átomos de carbono aumenta, o aroma piora consideravelmente. Entretanto, cadeias com mais de dez átomos de carbono são inodoras, pois os compostos são pouco voláteis.

Apesar de a composição do suor se modificar de acordo com a alimentação (consumo de alho ou álcool, por exemplo), os cães reconhecem a combinação dos ácidos carboxílicos no suor das pessoas em meio a muitas outras substâncias.



As cabras, assim como os humanos, também exalam cheiros característicos. Os delas são devido aos ácidos capríco, caprílico e câprico, representados da esquerda para a direita, respectivamente.

Neste capítulo você vai conhecer um pouco mais sobre as funções oxigenadas, as principais substâncias que fazem parte desses compostos, bem como suas características e aplicações.

Alcoóis e enóis

Ao abastecer um carro com etanol, o motorista adquire uma mistura em que a substância predominante é o etanol – álcool que, no Brasil, é obtido principalmente da cana-de-açúcar. Trata-se de uma substância inflamável cujos manuseio e comercialização requerem procedimentos de segurança.

Outros tipos de alcoóis também estão presentes em certos produtos do cotidiano, como em bolos e panetões industrializados, nos quais a glicerina é usada como umectante. No corpo humano, um tipo de álcool é o colesterol.

Características e nomenclatura de alcoóis

Os alcoóis são substâncias cujas estruturas derivam de hidrocarbonetos que tiveram um ou mais de seus átomos de hidrogênio ligados a átomos de carbono saturados substituídos por um ou mais radicais **hidroxila** (–OH).

Quando a molécula do álcool apresenta apenas uma hidroxila, ela é classificada como **monoálcool** ou **monol**. Quando possui duas hidroxilas, trata-se de **diálcool**, **diol** ou **glicol**. Quando conta com três desse tipo, é denominada **triol**. E assim sucessivamente. Os alcoóis com três ou mais hidroxilas costumam ser chamados de **polialcoóis** ou **polióis**.

O átomo de carbono ao qual a hidroxila aparece ligada também pode ser usado para classificar os alcoóis em primário, secundário e terciário. Observe a tabela a seguir.

Nome	Fórmula	Tipo de átomo de carbono ligado à hidroxila	Classificação
etanol	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	primário	álcool primário
ciclopentanol	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \diagup \\ \text{HC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	secundário	álcool secundário
2-metilpropan-2-ol (<i>terc</i> -butanol)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	terciário	álcool terciário

Há alcoóis sólidos e líquidos nas condições ambiente. Comparando-se alcoóis com tipos de cadeias semelhantes, nota-se que a temperatura de ebulição aumenta com o aumento do número de átomos de carbono. A tabela seguinte dá alguns exemplos, considerando-se alcoóis primários.

Função orgânica	Nome do composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Álcool	metanol	CH ₄ O	H ₃ C–OH	–97,50	64,60
	etanol	C ₂ H ₆ O	H ₃ C–CH ₂ –OH	–114,1	78,3
	propan-1-ol	C ₃ H ₈ O	H ₃ C–CH ₂ –CH ₂ –OH	–89,50	82,00
	butan-1-ol	C ₄ H ₁₀ O	H ₃ C–CH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –OH	–90,00	116,00
	pentan-1-ol	C ₅ H ₁₂ O	H ₃ C–CH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –OH	–78,00	136,00

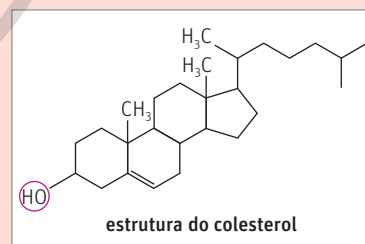
Essa variação nas temperaturas de ebulição ocorre porque, com o aumento da cadeia, aumenta a superfície de interação entre as moléculas, ampliando o número de ligações intermoleculares.

Colesterol – um álcool

Dá-se o nome **colesterol** à estrutura formada por um esteroide (grupo de dezessete átomos de carbono dispostos em quatro anéis) e um grupo OH ligado a um dos anéis (ver fórmula estrutural abaixo). Sua obtenção mais acentuada acontece no fígado ou nos intestinos, a partir de alimentos ricos em colesterol, como ovos e toucinho.

O colesterol é essencial para as membranas celulares de todo o corpo. É o precursor de hormônios como o estradiol e a testosterona, bem como de vitamina D. É também fundamental na produção da biliar, necessária à digestão das gorduras alimentares.

O colesterol é conduzido pelo sangue – no qual é insolúvel – preso a proteínas solúveis em gorduras – as **lipoproteínas**. A lipoproteína de alta densidade (HDL) transporta o colesterol do sangue para o fígado, no qual é reciclado ou eliminado. A lipoproteína de baixa densidade (LDL) transporta o colesterol até as células periféricas, nas quais ele é fundamental. Em excesso, o LDL pode causar problemas cardiovasculares.



Nomenclatura de monoalcoóis

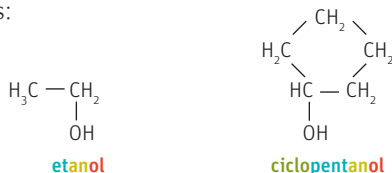
Os monoalcoóis podem ter cadeias saturadas ou insaturadas. Há uma nomenclatura apropriada para cada tipo de cadeia.

Monoalcoóis saturados

A nomenclatura oficial (Iupac) para os monoalcoóis saturados obedece à seguinte estrutura:

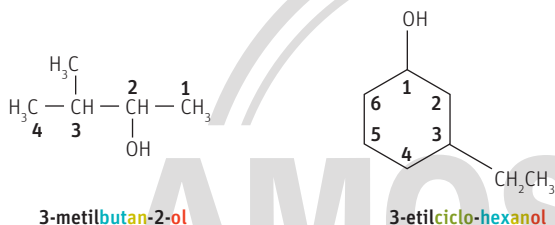
prefixo + infixo + ol

Veja os exemplos:



Note que para alcoóis cíclicos utiliza-se a palavra **ciclo** antes do nome do composto.

Em cadeias ramificadas, a numeração dos átomos de carbono da cadeia principal deve ser iniciada **a partir da extremidade** mais próxima do átomo de carbono com a hidroxila. Veja estes exemplos.



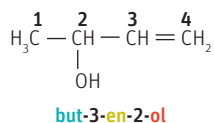
No caso de cadeias cíclicas ramificadas, a numeração da cadeia deve iniciar a partir do átomo de carbono ligado à hidroxila e considerar o sentido em que a localização da ramificação é menor. Assim, no exemplo acima, a numeração no sentido horário possui menor localizador da ramificação (3-etilciclo-hexanol) do que a numeração no sentido anti-horário (5-etilciclo-hexanol).

Monoalcoóis insaturados

A nomenclatura oficial (Iupac) para os monoalcoóis insaturados obedece à seguinte estrutura.

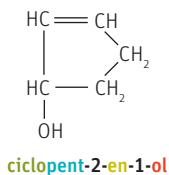
prefixo + infixo + ol

A numeração da cadeia deve começar pela extremidade mais próxima da hidroxila, como se vê no exemplo a seguir.



Os números antecedem a indicação da posição a que se referem, ou seja, o 3 vem antes do **en** porque indica que a dupla-ligação está no átomo de carbono 3. Já o 2 antecede o **ol**, pois indica em que átomo de carbono se encontra a hidroxila, responsável por identificar a função álcool.

Veja a nomenclatura em outro exemplo.



SAIBA MAIS

Bebidas alcoólicas



Textos e objetos antigos, como esse vaso grego (515-510 a.C.), sugerem o consumo de bebidas alcoólicas desde a Antiguidade.

Pesquisas indicam que a bebida alcoólica se originou na pré-história, provavelmente no período denominado Neolítico. Por meio de um processo de fermentação natural, o ser humano passou a obter bebidas alcoólicas, como o vinho. Os egípcios, os gregos e os romanos, entre outros povos, as produziam e consumiam.

Pesquisas atuais associam o excesso de consumo de bebidas alcoólicas a problemas cardiovasculares e indicam que ele afeta o aparelho digestório. O álcool pode também causar dependência e desencadear problemas emocionais, além de estar associado à maior parte dos acidentes de trânsito.

Fontes de pesquisa: MCGOVERN, P. E. The origins and ancient history of wine. Museu de arqueologia e antropologia da Universidade da Pensilvânia. Disponível em: <<http://www.penn.museum/sites/wine/wineneolithic.html>>. Acesso em: 14 abr. 2016 e Centro de informações sobre saúde e álcool (Cisa). Disponível em: <<http://www.cisa.org.br/artigo/234/historia-alcool.php>>. Acesso em: 5 abr. 2016.

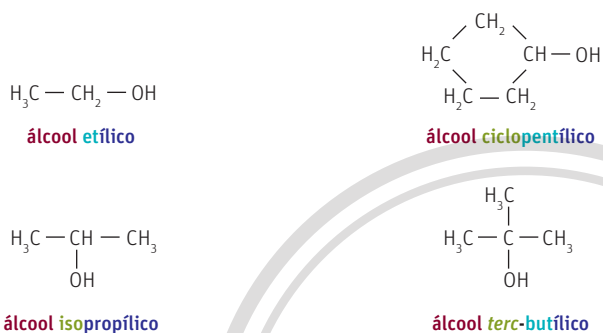
Nomenclatura de classe funcional para monoalcoóis

Para algumas funções orgânicas, a Iupac considera outra forma oficial de nomear os compostos. Chamada de nomenclatura de classe funcional, essa forma é bastante utilizada para nomear compostos de estrutura não muito complexa, ou seja, que não contêm muitas ramificações ou grupos funcionais.

Os nomes de classe funcional de monoalcoóis são formados pelo nome da função “álcool”, em uma palavra separada, seguido do prefixo do grupo substituinte e a terminação “ílico”. Veja o esquema a seguir.



Nos exemplos a seguir, não se numeram as cadeias. Veja abaixo.



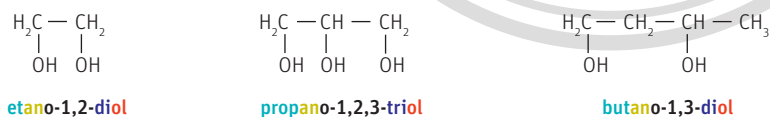
Nos exemplos acima, os destaques em verde identificam se o grupo –OH está ligado a uma cadeia fechada (ciclo), a um átomo de carbono secundário (iso) ou a um átomo de carbono terciário (*terc*).

Nomenclatura de dialcoóis e triálcoóis

A nomenclatura Iupac para alcoóis contendo dois ou mais grupos –OH segue a estrutura abaixo.



A numeração da cadeia deve começar pela extremidade mais próxima do grupo hidroxila. Veja alguns exemplos.



Se você comparar o infixo desses alcoóis e dos monoalcoóis, perceberá que no primeiro caso houve a adição da letra **o** após o nome do infixo. Segundo as regras de nomenclatura Iupac, haverá acréscimo da vogal **o** ao infixo sempre que o prefixo de quantidade iniciar com uma consoante.

O etano-1,2-diol, também conhecido como **etilenoglicol**, é um diálcool utilizado em radiadores automotivos. Com a adição dessa substância à água é possível diminuir a temperatura de congelamento. Com isso, é possível que veículos funcionem em regiões muito frias, onde a temperatura ambiente é menor que a temperatura de solidificação da água (0 °C a 1 atm).

O propano-1,2,3-triol, também conhecido como **glicerol** ou **glicerina**, é um triálcool com diversas aplicações na indústria, como a produção de resinas sintéticas e gomas de éster; utilização em produtos cosméticos, alimentícios, farmacêuticos (remédios), entre outras.

SAIBA MAIS

Alcoolismo e câncer

O consumo de bebidas alcoólicas é tão aceito socialmente que muitas pessoas não imaginam que elas são drogas potentes.

A relação entre álcool e câncer tem sido avaliada, no Brasil, por meio de estudos de caso-controlado, que estabeleceram a associação epidemiológica entre o consumo de álcool e cânceres da cavidade bucal e de esôfago.

[...]. Além de agente causal de cirrose hepática, em interação com outros fatores de risco, como, por exemplo, o vírus da hepatite B, o alcoolismo está relacionado a 2%-4% das mortes por câncer, implicado que está, também, na gênese dos cânceres de fígado, reto e, possivelmente, mama. [...]. Esta substância psicoativa tem a capacidade de produzir alteração no sistema nervoso central, podendo modificar o comportamento dos indivíduos que dela fazem uso. Por ter efeito prazeroso, induz à repetição e, assim, à dependência.

[...]. O álcool atinge rapidamente a circulação sanguínea e todas as partes do corpo, inclusive o sistema nervoso, provocando mesmo em doses pequenas a diminuição da coordenação motora e dos reflexos, o estado de euforia e a desinibição.

[...]. Isto sem falar nos problemas sociais que estão associados à ingestão de bebidas alcoólicas: acidentes de trânsito, homicídios, suicídios, faltas ao trabalho e atos de violência.

[...]

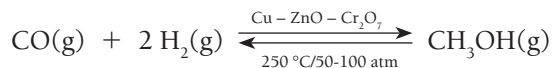
Instituto Nacional de Câncer (Inca). Disponível em: <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=14>. Acesso em: 5 abr. 2016.

Principais alcoóis

Dois alcoóis de grande importância econômica são, sem dúvida, o metanol e o etanol.

Metanol ou álcool metílico

O metanol é conhecido como “álcool da madeira”, pois pode ser produzido pela destilação da madeira. Sua obtenção também se dá por meio de reações com o monóxido de carbono na presença de catalisador, sob temperatura e pressão adequadas, como indicado na equação:



Esse álcool costuma ser usado como solvente em processos de obtenção de produtos de origem animal ou vegetal, na produção de biodiesel, no preparo de medicamentos e na fabricação do formaldeído (matéria-prima para produção do formol, que é uma solução aquosa de formaldeído a 37% em massa).

O metanol é um produto inflamável e tóxico. Por isso deve ser mantido longe do fogo e manuseado com cuidado, para não ser inalado nem entrar em contato com a pele.

Etanol ou álcool etílico

O etanol é obtido, principalmente, pela fermentação de açúcares ou pela reação de adição de água ao eteno catalisada por ácido. É usado como solvente, como combustível e em soluções desinfetantes.

No Brasil, a matéria-prima para a produção do etanol é a cana-de-açúcar.

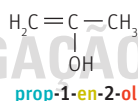
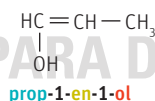
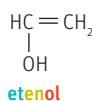
Características e nomenclatura de enóis

Os **enóis** são compostos de cadeia aberta caracterizados pela presença do grupo hidroxila ligado a átomo de carbono insaturado.

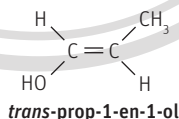
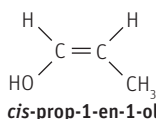
A nomenclatura Iupac dos enóis obedece ao seguinte esquema.

prefixo + infixo + ol

Exemplos



Observe que entre as fórmulas representadas acima, o prop-1-en-1-ol é o único que apresenta isomeria geométrica (*cis-trans*). Veja o nome dos dois isômeros.



SAIBA MAIS

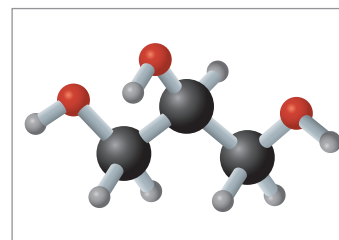
Glicerol (glicerina)

A estrutura do glicerol é diferente da apresentada pelo gás propano. Os três átomos de oxigênio presentes no glicerol (em vermelho, na figura ao lado) ativam seus átomos de hidrogênio (em cinza-claro) para a formação de ligações de hidrogênio. Essa estrutura permite que as moléculas de glicerol fiquem aderidas umas às outras, formando um líquido viscoso – semelhante a um xarope. Além disso, as moléculas de glicerol não apenas se interligam fortemente como também estabelecem fortes ligações com a água.

A capacidade de a molécula de glicerol ligar-se à de água explica seu uso como **emoliente** (amaciante) em cosméticos e em doces, para evitar sua cristalização.

O glicerol também é adicionado às colas, para evitar que elas sequem muito rapidamente.

ATKINS, P. W. *Moléculas*. Trad. Paulo Sérgio Santos; Fernando Galembeck. São Paulo: Edusp, 1987.



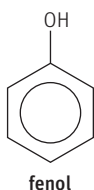
Molécula de glicerol. Representação em cores-fantasia.

Fenóis

Os fenóis começaram a ser usados no final do século XIX para assepsia em hospitais. A introdução dessa prática propiciou uma queda significativa no número de mortes causadas por infecção hospitalar.

Características e nomenclatura

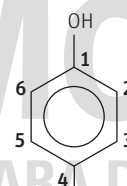
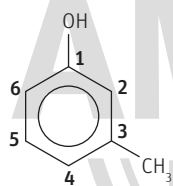
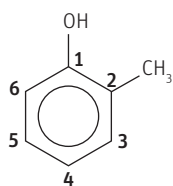
Os fenóis são substâncias orgânicas que apresentam cadeia aromática e um ou mais grupos hidroxila ligados diretamente ao anel benzênico. Alguns deles possuem propriedades bactericidas e fungicidas.



A nomenclatura oficial Iupac de fenóis ramificados com apenas 1 grupo hidroxila obedece ao seguinte esquema.

nome do grupo substituinte + fenol

Exemplos



Observe, nos exemplos acima, que a numeração da cadeia inicia-se a partir do átomo de carbono ligado à hidroxila. Assim como nos alcoóis de cadeia cíclica, a numeração da cadeia nos fenóis deve considerar o sentido em que a localização da ramificação é a menor.

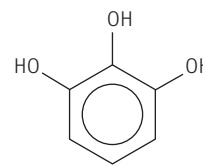
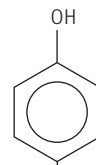
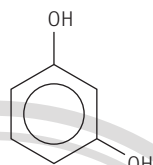
A mistura formada pelos isômeros 2-metilfenol, 3-metilfenol e 4-metilfenol é conhecida como creolina e é usada,

ainda hoje, para desinfecção, por exemplo, do recinto em que se faz a ordenha de vacas.

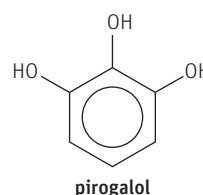
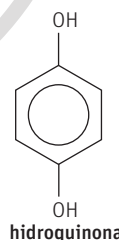
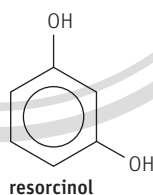
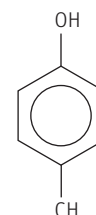
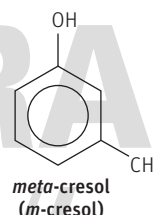
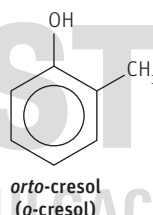
Para fenóis com dois ou mais grupos hidroxila, a nomenclatura Iupac obedece ao seguinte esquema:

nome do hidrocarboneto aromático +
+ prefixo de quantidade + ol

Exemplos



Os principais fenóis, entretanto, são mais conhecidos por outros nomes. Veja os exemplos a seguir.



Paulo Ochandí/Arquivo do fotógrafo

Frasco de creolina utilizada para limpeza.

SAIBA MAIS

Fenóis naturais

Muitos fenóis diferentes ocorrem na natureza. As moléculas picantes – capsaicina das pimentas e zingerona do gengibre – podem ser classificadas como fenóis, e algumas moléculas extremamente fragrantas presentes nas especiarias – o eugenol no cravo-da-índia e o isoeugenol na noz-moscada – são da família dos fenóis.

A vanilina, o ingrediente ativo de um de nossos compostos flavorizantes mais amplamente usados, a baunilha, também é um fenol, tendo uma estrutura muito semelhante às do eugenol e do isoeugenol.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão*. Rio de Janeiro: Zahar, 2009. p. 119.



Baunilha

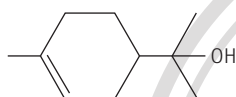
Marcos/ Shutterstock.com/ID/BR



Gengibre

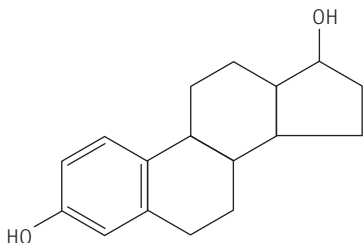
Yothinp/ Shutterstock.com/ID/BR

- Indique, em seu caderno, a alternativa que contém apenas alcoóis secundários:
 - butan-1-ol, propan-1-ol, 3-metil-pentan-3-ol.
 - butan-2-ol, 2-metil-pentan-3-ol, propan-1-ol.
 - propan-2-ol, ciclohexanol, metil-propan-2-ol.
 - 3-metil-butan-2-ol, ciclopentanol, etanol.
 - 3-metil-butan-2-ol, propan-2-ol, ciclobutanol.
- Uma das substâncias responsáveis pelo aroma de rosa é o 2-feniletanol, cuja fórmula ($C_8H_{10}O$) apresenta um anel aromático. Dê a fórmula estrutural do 2-feniletanol.
- O pinheiro (*Pinus elliottii*) produz uma resina que, ao ser destilada, libera o óleo de terebintina, cujo componente mais importante é o alfa-pineno, que, na presença de ácido, produz o alfa-terpineol — principal componente do óleo de pinho, usado em perfumes e bactericidas domésticos.



alfa-terpineol

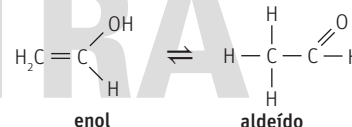
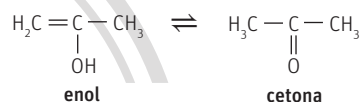
- Qual a fórmula molecular do alfa-terpineol?
 - O alfa-terpineol é um álcool primário, secundário ou terciário?
- Apresente a fórmula estrutural e dê o nome:
 - do menor álcool primário;
 - do menor álcool secundário;
 - do menor álcool terciário.
 - O estradiol — um dos principais hormônios femininos — apresenta a seguinte fórmula:



Indique a alternativa correta em relação ao estradiol.

- Trata-se de um poliálcool.
 - É um polifenol.
 - Possui segmentos de álcool e fenol.
 - Apresenta segmentos de álcool e enol.
 - Contém segmentos de fenol e enol.
- O propino reage com água, produzindo o propen-2-ol (um enol). Represente a reação de transformação do propino em propen-2-ol.

- A intoxicação por hexano resulta em alterações metabólicas no organismo. A pessoa intoxicada apresenta, em exame de urina, entre outros, o metabólito hexan-2-ol. Biópsias de fígado e pulmão revelam a presença dos metabólitos hexan-1-ol, hexan-2-ol e hexan-3-ol. Já nos músculos, o metabólito encontrado é o hexano-2,5-diol. Represente as fórmulas estruturais dos alcoóis mencionados no texto.
- O ciclo-hexanol — um líquido higroscópico (que absorve água), inflamável, incolor — apresenta um cheiro característico que lembra a cânfora. Sua temperatura de fusão é de $25\text{ }^\circ\text{C}$ e sua temperatura de ebulição (ao nível do mar), de $160\text{ }^\circ\text{C}$.
 - Qual a fórmula estrutural do ciclo-hexanol?
 - Qual a sua fórmula molecular?
- Os enóis são instáveis e suas moléculas sofrem rearranjo transformando-se em outra substância. Observe:



Mediante as representações, pode-se afirmar que:

- todas as substâncias orgânicas que apresentam o grupo OH ligado a átomo de carbono são enóis e, portanto, instáveis.
 - os enóis devem possuir, pelo menos, dois átomos de carbono na molécula.
 - a massa molecular das substâncias envolvidas no equilíbrio varia com a mudança de função.
 - os enóis são estáveis; já os produtos da reação, não.
- O benzeno-1,3-diol, conhecido como resorcinol, é um sólido branco cuja temperatura de fusão é de $110\text{ }^\circ\text{C}$. A presença de dois grupos OH em suas moléculas faz com que sua solubilidade em água seja apreciável (aproximadamente 140 g para 100 mL de água a $20\text{ }^\circ\text{C}$).

Sobre o resorcinol, assinale a afirmação verdadeira.

 - Pertence à função álcool.
 - Tem fórmula molecular $C_6H_6O_2$.
 - Pertence à função enol, uma vez que apresenta OH ligado a átomo de carbono insaturado.
 - É um composto alifático.
 - Apresenta cadeia cíclica, saturada.

Éteres

Resinas de modelagem do tipo epóxi, solventes e aditivos para gasolina são algumas das aplicações dos éteres.

Características e nomenclatura

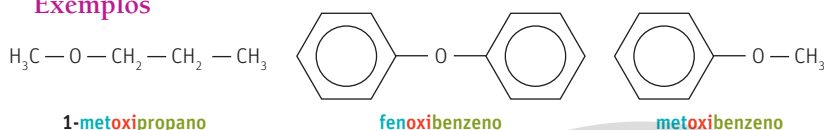
Éteres são substâncias orgânicas que apresentam um ou mais átomos de oxigênio ligados a dois grupos substituintes derivados de hidrocarbonetos (R e R').

Uma forma geral de representar a função éter pode ser $R-O-R'$, em que R e R' podem ser iguais (éter simétrico) ou diferentes (éter assimétrico).

A nomenclatura Iupac dos éteres é dada da seguinte forma:

prefixo do R menor + oxi + nome do hidrocarboneto do R maior

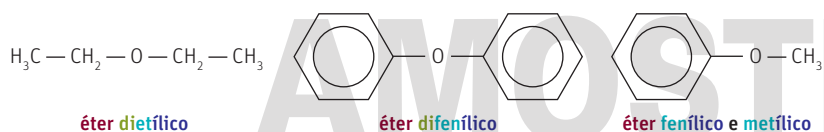
Exemplos



Observe, no primeiro exemplo, que é necessário indicar em qual posição o grupo metoxi está ligado no propano.

A Iupac considera outra forma de nomear os éteres com apenas um grupo éter. Esses nomes são formados pela palavra “éter” seguida pelos nomes dos grupos R e R', em ordem alfabética, e a terminação “ílico” em cada grupo.

éter prefixo + ílico

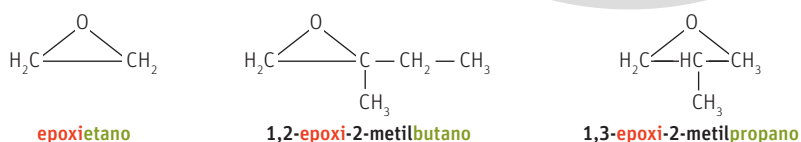


Observe que, se R e R' forem iguais, utiliza-se o prefixo de quantidade “di” antes do nome do grupo.

Quando o átomo de oxigênio está ligado a dois átomos de carbono formando uma cadeia cíclica, a nomenclatura do éter não segue as mesmas regras que as duas formas anteriores. Veja a seguir.

epoxi + nome do hidrocarboneto

Exemplos



Note que, nesses exemplos, a numeração da cadeia começa no átomo de carbono da extremidade mais próxima à função. Para a Iupac, o epoxietano também é chamado de óxido de etileno. Lembre-se de que o termo *etileno* é o nome do seguinte grupo orgânico substituinte divalente: $-CH_2-CH_2-$.

Os éteres, assim como ocorre com os alcoóis, também apresentam aumento da temperatura de ebulição com o aumento da cadeia carbônica. Observe:

Função orgânica	Nome do composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Éter	metoxietano	C_3H_8O	$CH_3-O-CH_2-CH_3$	-141,5	-24,0
	etoxietano	$C_4H_{10}O$	$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$	-116,0	35,0
	1-metoxibutano	$C_5H_{12}O$	$CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	-116,0	70,0

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Etoxietano

O etoxietano, também chamado de éter dietílico ou éter sulfúrico, foi muito utilizado até algumas décadas atrás como anestésico. No século XIX, Thomas Green Morton, dentista estadunidense, começou a usar o éter etílico como anestésico para extração de dentes. Em meados daquele século, John Collins retirou um tumor de um paciente usando etoxietano puro como anestésico.

SAIBA MAIS

Resinas e artesanato



Eduardo Santalés/ID/BR

Muitas resinas utilizadas em artesanato são éteres do tipo epóxi.

Além de usadas para produzir peças artesanais, as resinas epóxi ou poliepóxido apresentam muitas outras aplicações: em reparos caseiros, na fabricação de pranchas de surfe, de pisos industriais e de tintas.

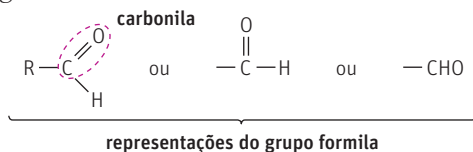
Essas resinas são classificadas como plásticos termofixos, os quais endurecem quando misturados a catalisadores. A resina e o catalisador são embalados juntos, na forma de bastões de massa nas cores branca (resina) e cinza (catalisador), separados por um papel impermeável que evita o contato entre os reagentes.

Aldeídos e cetonas

O **metanal**, que é muito utilizado para conservar peças anatômicas em laboratório, e o **cinamaldeído**, que confere odor e sabor característicos da canela, são exemplos de aldeído. A **acetona**, usada para remover esmaltes, e a **testosterona**, um hormônio masculino, são exemplos de cetonas.

Características e nomenclatura de aldeídos

Aldeídos são substâncias que apresentam o grupo formila, que é o grupo carbonila (>C=O), em uma extremidade da cadeia carbônica, ligado a um átomo de hidrogênio.



Dependendo da quantidade de grupos $-\text{CHO}$, os aldeídos podem ser classificados como **monoaldeídos**, **dialdeídos**, **trialdeídos** e **polialdeídos**.

Nomenclatura de aldeídos

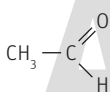
A nomenclatura oficial da Iupac para aldeídos de cadeia aberta e que contêm um ou dois grupos $-\text{CHO}$ é dada da seguinte forma:

prefixo + infixo + al

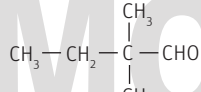
Exemplos:



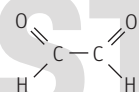
metanal



etanal



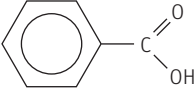
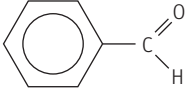
2,2-dimetilbutanal



etanodial

Note que, havendo dois grupos formila na cadeia, deve-se utilizar o prefixo de quantidade (**di**) antes do sufixo **al**. É necessário o acréscimo da vogal **o** após o infixo, pois o prefixo **di** inicia-se com consoante.

A Iupac considera outra forma de nomenclatura para os aldeídos. No entanto, ela é restrita a alguns compostos e está associada ao nome do ácido carboxílico de estrutura similar. Nessa nomenclatura, omite-se o termo “ácido”, e o sufixo “oico” ou “ico” é substituído por “aldeído”. Observe os exemplos na tabela.

Nome do ácido carboxílico	Fórmula estrutural do ácido carboxílico	Nome do aldeído	Fórmula estrutural do aldeído
ácido fórmico	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$	formaldeído	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$
ácido acético	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$	acetaldeído	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$
ácido propiónico	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$	propionaldeído	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$
ácido butírico	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$	butiraldeído	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$
ácido benzoico		benzaldeído	

SAIBA MAIS

A canela



Eduardo Santalheira/D/BR

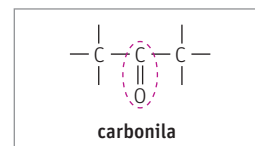
A canela, além de deixar mais saboroso o arroz-doce, ajuda a conservá-lo.

Uma das especiarias mais coibidas no passado era a canela (*Cinnamomum zeylanicum*). Por esse motivo, no transcorrer dos séculos XIV a XVI, inúmeras embarcações portuguesas seguiram para o Oriente, mais especificamente para o Ceilão, atual Sri Lanka.

Essa especiaria é obtida da casca do tronco da caneleira e, ainda hoje, é empregada como condimento e aromatizante, em especial na culinária popular. O óleo de canela também tem valor na medicina, e seu componente ativo é o aldeído cinâmico ou cinamaldeído.

Características e nomenclatura de cetonas

As cetonas apresentam em sua estrutura o grupo carbonila entre átomos de carbono.

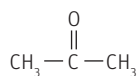


Nomenclatura de cetonas

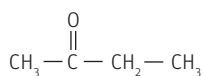
A nomenclatura oficial Iupac para cetonas obedece à seguinte estrutura:

prefixo + infixo + ona

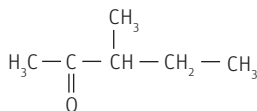
Exemplos



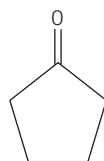
propanona



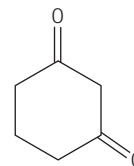
butanona



3-metilpentan-2-ona



ciclopentanona



ciclo-hexano-1,3-diona

Observe nos exemplos acima que não é necessário indicar a posição da carbonila nas cetonas em que não há outra localização possível, como ocorre com a propanona, a butanona e a ciclopentanona. Nas cetonas com mais de uma carbonila, é necessário utilizar o prefixo de quantidade antes do sufixo **ona**. Veja que, assim como ocorre nas outras funções, quando o prefixo de quantidade iniciar com consoante, deve-se inserir a vogal **o** após o infixo.

Principais aldeídos e cetonas

Metanal

O metanal ou formaldeído é um aldeído muito usado na produção de resinas, medicamentos e tecidos, bem como em desinfetantes e em conservantes para produtos de limpeza e cosméticos. Em solução com concentração de 37%, é comercializado com o nome de **formol**, usado como antisséptico e bactericida.

O metanal, apesar de tóxico, tem ocorrência natural e pode ser obtido pela destilação seca da madeira. Os odores da queima da madeira, durante um churrasco, também apresentam esse aldeído entre seus componentes.

Além do metanal, há outras substâncias liberadas pela fumaça da madeira que está sendo queimada e que também possuem ação desinfetante, razão pela qual a defumação de carnes, aves e peixes auxilia na conservação desses alimentos.

Propanona

A cetona mais conhecida e de maior uso comercial é a propanona, popularmente denominada acetona. Muito utilizada como solvente de esmaltes, tintas, vernizes e fibra de vidro, tem aplicações na extração de óleos e na produção de medicamentos. Também é usada em reação com o fenol para a fabricação de bisfenol-A, um dos compostos das resinas epóxi.

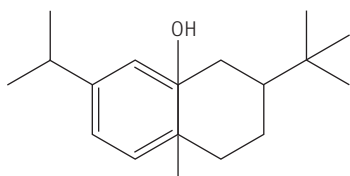
A acetona apresenta relativa toxicidade: pode agredir a mucosa bucal e nasal e provocar irritações na pele.

Quando se compararam cadeias semelhantes de cetonas e aldeídos, nota-se que, assim como as demais funções estudadas até aqui, há aumento da temperatura de ebulição com o aumento da cadeia carbônica. Observe os exemplos ao lado.

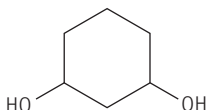
Função orgânica	Nome do composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Aldeído	metanal	CH_2O	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} - \text{H}$	-117	-19
	propanal	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} - \text{H}$	-81	49
	butanal	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} - \text{H}$	-97	75
Cetona	propanona	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{O}}{\parallel} - \text{CH}_3$	-94	56
	butanona	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} - \text{CH}_3$	-87	80
	pentan-2-ona	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} - \text{CH}_3$	-78	101

11. Para combater o ranço em margarinas e maioneses, as indústrias químicas utilizam o 2-*terc*-butil-4-metoxifenol. Qual das fórmulas apresentadas a seguir corresponde a essa substância?

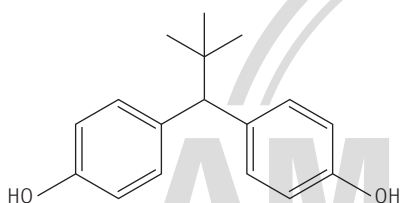
a)



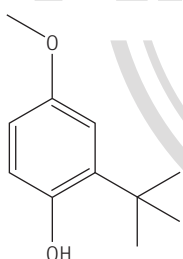
b)



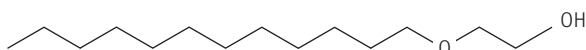
c)



d)



12. O uso de sabão em pó comum em máquinas de lavar louça pode danificar o equipamento, principalmente por causa da formação de espuma. Por isso, o mercado dispõe de detergentes não iônicos, os quais não produzem muita espuma. Outra vantagem é a capacidade de remoção de material graxo e de terra mesmo em água fria. A substância usada para esse fim tem a seguinte fórmula estrutural:

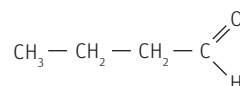


Sobre essa substância pode-se concluir que:

- a) apresenta o grupo aldeído.
- b) é formada por moléculas que apresentam 12 átomos de carbono.
- c) é formada por moléculas insaturadas.
- d) apresenta as funções éter e álcool.

13. MTBE é a sigla geralmente usada para designar o éter *terc*-butílico e metílico. Trata-se de uma substância usada, em alguns locais, como aditivo para gasolina. Forneça sua fórmula estrutural.

14. A substância representada abaixo é utilizada em processos de vulcanização da borracha, na produção de resinas e para dar maleabilidade a certos tipos de plástico.

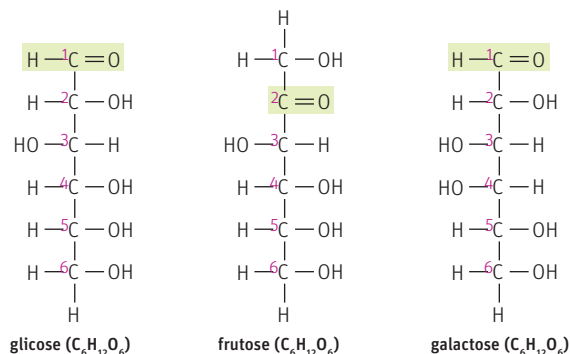


Dê sua função e seu nome oficial.

15. A testosterona é o hormônio sexual masculino que é secretado pelos testículos. Compare as fórmulas do estradiol e da testosterona, dê as funções a que pertencem e descreva em que ponto elas se diferenciam.



16. As três representações seguintes são açúcares, ou carboidratos. Observe-as e faça o que se pede.



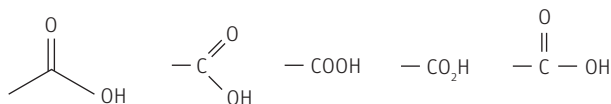
- a) Os grupos em destaque pertencem, respectivamente, a que funções para glicose, frutose e galactose?
- b) Qual(is) outra(s) função(ões) aparece(m) nas três moléculas?

Ácidos carboxílicos

O vinagre, usado como tempero, constitui uma solução de ácido acético. Outro ácido, o benzoico, é usado como conservante de alimentos. O veneno da picada de formigas contém ácido fórmico. Já a manteiga rançosa apresenta o odor desagradável do ácido butírico. Essas substâncias são exemplos de **ácido carboxílico**, e todas elas apresentam odores característicos.

Características e nomenclatura

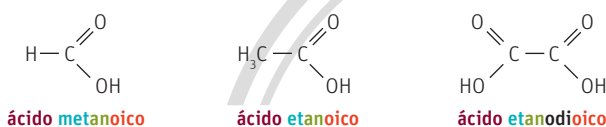
Ácidos carboxílicos ou carboxilácidos são substâncias que apresentam em sua estrutura o grupo carboxila, que pode ser assim representado:



representações possíveis para o grupo carboxila

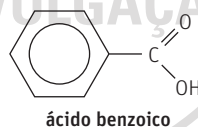
A nomenclatura oficial Iupac para ácidos carboxílicos de cadeia aberta e que contém um ou dois grupos -COOH é dada da seguinte forma:

ácido + **prefixo** + **infixo** + **oico**



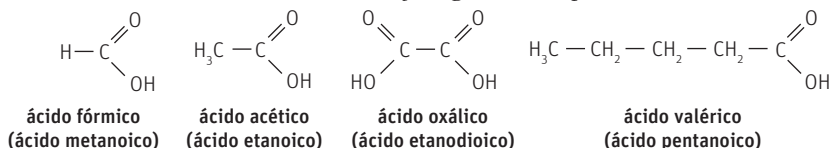
Note no último exemplo que, havendo dois grupos -COOH na cadeia, deve-se utilizar o prefixo de quantidade (**di**) antes do sufixo **oico**. Assim como ocorre na nomenclatura de dialcoóis e dialdeídos, é necessário o acréscimo da vogal **o** após o infixo, porque o prefixo de quantidade inicia-se com consoante.

O ácido carboxílico formado pela substituição de um átomo de hidrogênio no benzeno por um grupo carboxila é chamado de ácido benzoico, substância utilizada como conservante e precursor na síntese de outros compostos. Observe a fórmula ao lado:



ácido benzoico

Além dessa nomenclatura, a Iupac considera, para alguns ácidos carboxílicos, outras formas de nomear. Veja alguns exemplos abaixo.



Observe, ao lado, a tabela que compara as temperaturas de fusão e de ebulição de diferentes ácidos carboxílicos não ramificados.

Note que, assim como ocorre nas outras funções oxigenadas, com o aumento da cadeia carbônica, há aumento da temperatura de ebulição.

Função orgânica	Nome do composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Ácido carboxílico	ácido metanoico	CH_2O_2	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	8	101
	ácido etanoico	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	17	119
	ácido propanoico	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	-21	141
	ácido butanoico	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	-8	163

SAIBA MAIS

Origem de alguns prefixos orgânicos

O ácido metanoico foi obtido pela primeira vez em 1671, por John Ray (naturalista inglês, 1627-1705), a partir de formigas vermelhas (*Formica rufibarbis*). Por esse motivo, essa substância também é conhecida como **ácido fórmico** (o prefixo *form* é retirado do termo em latim *formica* que significa **formiga**).

A tabela abaixo mostra outros prefixos e a origem deles:

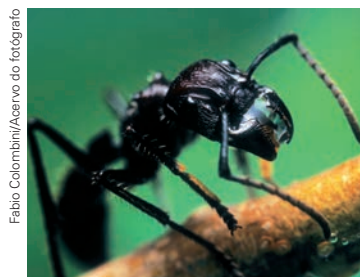
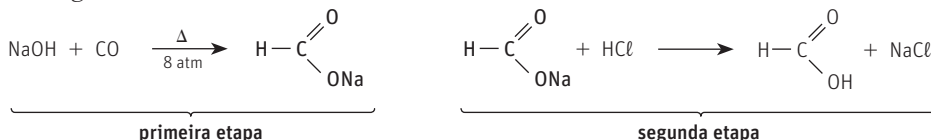
Prefixo	Origem
acet	do latim <i>acetum</i> , que significa azedo
benz	do termo benzoim, nome da planta (<i>Styrax benzoin</i>) utilizada em defumação
but	do latim <i>butyrum</i> , que significa manteiga
oxal	do grego <i>oxys</i> , que significa bem ácido
valer	do termo <i>Valeriana</i> , nome do gênero de algumas plantas.

Principais ácidos carboxílicos

Alguns ácidos carboxílicos destacam-se por sua importância. Entre eles estão o ácido metanoico e o ácido etanoico.

Ácido metanoico ou ácido fórmico

O ácido metanoico foi obtido pela primeira vez em laboratório pelo cientista Joseph Gay-Lussac (físico e químico francês, 1778-1850) a partir do ácido cianídrico. Atualmente, utiliza-se uma técnica similar à desenvolvida em 1855, por Marcellin Berthelot (químico francês, 1827-1907), a partir do monóxido de carbono. Observe as equações de síntese a seguir:



A picada das formigas é rica em ácido metanoico. Na foto, formiga-tocandira (cerca de 3 cm), encontrada no Pantanal mato-grossense.

O ácido metanoico tem larga aplicação. Ele é usado como mordente (fixador) para corantes, no processo de curtimento do couro, e para coagulação do látex, na produção da borracha. É também utilizado em medicamentos para reumatismo e no combate a ácaros.

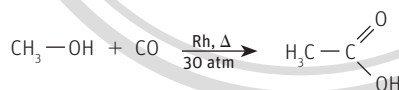
Ácido etanoico ou ácido acético

Acredita-se que o ácido acético tenha sido obtido pela primeira vez por destilação, pelo alquimista persa Jabir Hayyan, também conhecido pelo nome de Geber, nos anos 700 d.C. A destilação industrial dessa substância ocorreu em 1847, por meio de um processo complexo criado pelo químico alemão Hermann Kolbe.

A obtenção do ácido acético natural (vinagre) ocorre por meio da ação das bactérias do gênero *Acetobacter* e *Clostridium acetobutylicum*. Na fermentação, o processo ocorre por ação do fungo *Mycoderma aceti*, com o auxílio da enzima **álcool oxidase**.



A obtenção industrial do ácido acético é feita pela carbonilação do metanol.



O ácido acético é usado como solvente, tempero, em tinturaria, perfumaria, na produção de corantes, em tintas, na seda sintética e em medicamentos.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Síntese de compostos orgânicos

Kolbe, químico nascido em Elliehausen (Alemanha), tornou-se famoso por ter desenvolvido a **teoria dos radicais**, o **método de sintetização do ácido salicílico** a partir de ácidos carbônicos e pelos trabalhos realizados em sínteses de compostos orgânicos a partir de inorgânicos.

Em 1845, ele conseguiu sintetizar o ácido acético, que, anteriormente, era obtido apenas por fermentação. Sua descoberta do método de obtenção do ácido salicílico serviu de base para a obtenção do ácido acetilsalicílico, o qual passou a ser utilizado em medicamentos. Seu uso revolucionou a indústria farmacêutica e as técnicas de tratamento, até então amparadas na medicina popular.

A partir de 1851, Kolbe abraçou a carreira catedrática, lecionando em Marburg e Leipzig, duas cidades localizadas na Alemanha. Nesse período, ainda desenvolveu outras técnicas e fez outras descobertas, entre as quais a transformação de alcoóis em ácidos carboxílicos.



Adolf Hermann Kolbe (1818-1884), s. d.

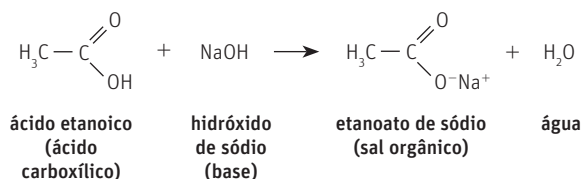
SPL/Lainstock

Derivados diretos de ácidos carboxílicos

Para combater e evitar a formação de cálculos renais, usualmente toma-se chá de quebra-pedra, que é diurético e auxilia na excreção do ácido úrico. Com o tempo, esse ácido pode se acumular nos rins e produzir os cálculos renais, que são sais orgânicos e/ou inorgânicos pouco solúveis.

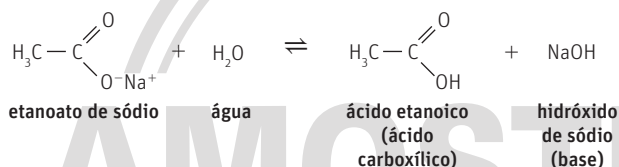
Sais orgânicos

Os sais orgânicos são compostos originários da substituição do hidrogênio do grupo carboxila de um ácido carboxílico por um cátion metálico ou amônio (NH_4^+). A substituição ocorre mediante uma reação entre um ácido carboxílico e uma base. Veja o exemplo.

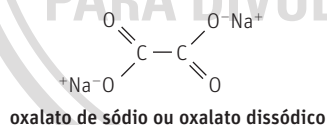


Note que o grupo carboxila **perde** o átomo de hidrogênio. Por esse motivo, a parte que permanece do grupo é chamada de **carboxilato**.

Os sais orgânicos são iônicos e, na presença de água, sofrem hidrólise, recuperando o ácido carboxílico de origem.



Por serem obtidos a partir de ácidos orgânicos, os diácidos orgânicos podem produzir, também, sais orgânicos com substituição das duas extremidades da cadeia. É o caso do oxalato de sódio, exemplificado a seguir.



Em termos industriais, uma das maiores aplicações dos sais orgânicos acontece na fabricação de sabões. O estearato de sódio ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- \text{Na}^+$) e o oleato de potássio ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}^- \text{K}^+$) são dois exemplos de sais orgânicos utilizados nesse processo.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Grisalho e melanina

A cor natural dos cabelos é dada pela melanina — uma substância proteica que também dá cor à pele. Quando, por avanço da idade, herança genética ou estresse, o organismo para de renovar os melanócitos — que são as células produtoras de melanina, localizadas na raiz dos cabelos —, os fios de cabelo começam a ficar brancos.

Algumas soluções usadas para tingimento do cabelo, no passado, continham acetato de chumbo, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, um sal orgânico que desprende o íon Pb^{2+} . Esse íon reage com o enxofre presente nas proteínas dos fios de cabelos, produzindo o sulfeto de chumbo (II) (PbS), que tem a cor preta.

Sabe-se que o acúmulo de chumbo provoca o **saturnismo**, doença caracterizada por intoxicação pela exposição a esse metal. A maioria das tinturas modernas não usa mais esses compostos. A legislação permite um máximo de 20 ppm de chumbo (*m/m*) em tinturas capilares.



O surgimento de cabelos grisalhos é um processo natural causado pela diminuição de melanina.

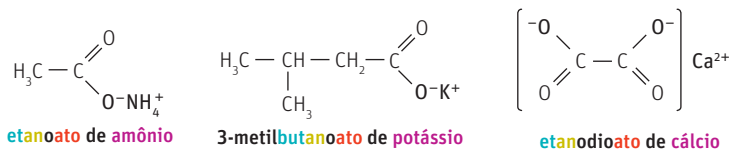
Krisanov/Shutterstock.com/IDBR

Nomenclatura de sais orgânicos

A nomenclatura Iupac dos sais orgânicos baseia-se na nomenclatura do ácido de origem.

prefixo + **infixo** + **o** + **ato de nome do cátion**

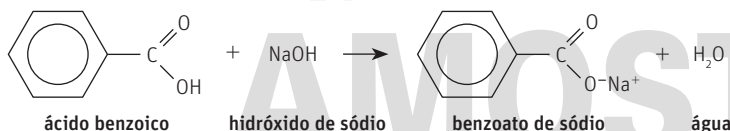
Veja, a seguir, alguns exemplos.



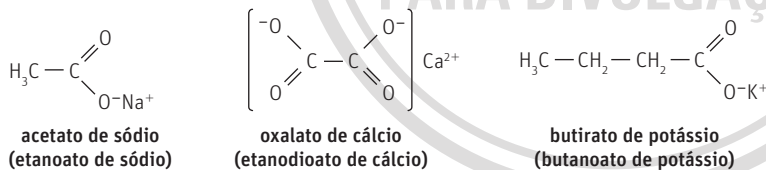
Observe no segundo exemplo (3-metilbutanoato de potássio) que a numeração da cadeia carbônica começa pelo átomo de carbono do grupo carboxila. Por esse motivo que a posição do grupo metil é 3.

Para os sais orgânicos derivados de diácidos carboxílicos, deve-se utilizar o prefixo de quantidade (**di**) + vogal **o** antes do sufixo **ato**. Assim como ocorre na nomenclatura de outras funções, é necessário o acréscimo da vogal **o** após o infixo, porque o prefixo de quantidade inicia com consoante.

O sal orgânico formado da reação entre ácido benzoico e hidróxido de sódio é o benzoato de sódio – substância utilizada como conservante em alguns alimentos. O benzoato de sódio é um bactericida e fungicida e, normalmente, aparece nos rótulos de alimentos com o código INS 211. Veja a seguir a representação da formação do benzoato de sódio.



Assim como ocorre com os ácidos carboxílicos, a Iupac considera outra forma oficial de nomear alguns sais orgânicos. Veja alguns exemplos abaixo.



Você se lembra?

Nomenclatura de sais inorgânicos

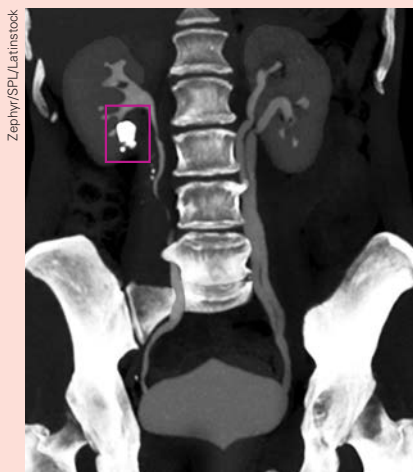
A nomenclatura de sais orgânicos é bem parecida com a de sais inorgânicos. Na Inorgânica, o nome dos sais normais é obtido da seguinte forma:

nome do ânion de nome do cátion

Exemplos: cloreto de sódio, sulfato de amônio e carbonato de cálcio.

Observe os nomes acima e compare-os com os nomes de sais orgânicos. Exemplos: etanoato de amônio, 3-metilbutanoato de potássio e etanodioato de cálcio.

QUÍMICA E BIOLOGIA



Cálculos renais

O corpo humano possui algumas espécies químicas, como ácido úrico, cálcio, oxalato e cistina, que são, normalmente, eliminados pela urina. Em alguns casos, porém, o organismo começa a reter alguns desses componentes, formando cristais denominados pedras nos rins ou cálculos renais. Os cristais de oxalato de cálcio (etanodioato de cálcio) são os mais comuns.

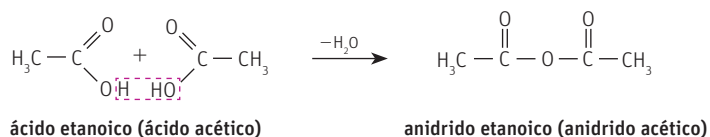
Quando os cálculos formados são pequenos, eles podem ser eliminados naturalmente na urina sem ser percebidos. Cristais maiores causam desconforto e eliminação de sangue ao urinar, febre e dores de grande intensidade na região lombar.

Imagem por raios X de pessoa com calcificação nos rins (área destacada em roxo). A remoção desses cálculos renais pode ser feita mediante uso de medicamentos ou cirurgia.

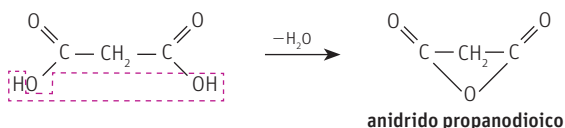
Anidridos orgânicos

Os anidridos orgânicos são compostos originários da desidratação de ácidos orgânicos. Um dos mais importantes é o anidrido etanoico (anidrido acético), usado na obtenção de ácido acetilsalicílico (um medicamento usado como antitérmico).

O anidrido etanoico pode ser obtido pela desidratação de duas moléculas de ácido etanoico:



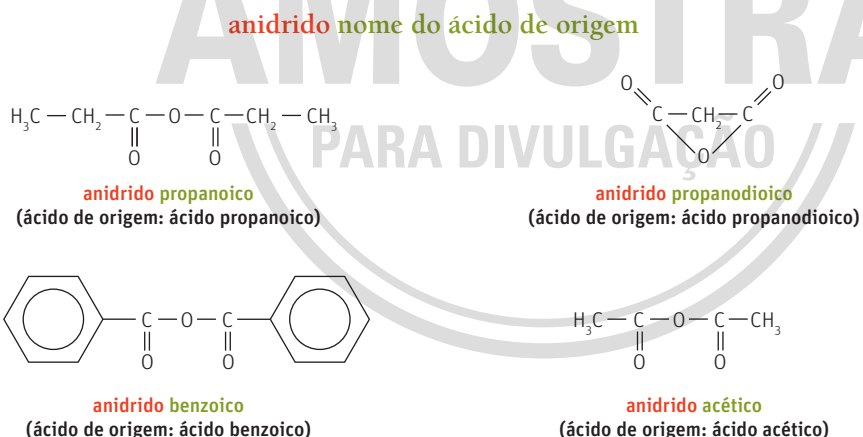
Note que a desidratação ocorre via grupos carboxila. Veja a seguir outro exemplo de desidratação:



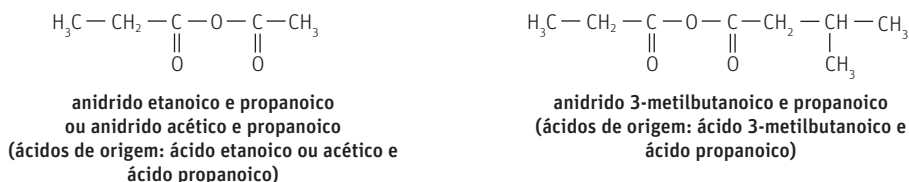
A desidratação na própria molécula (chamada de desidratação intramolecular) ocorre com maior facilidade, pois não depende da presença de outra molécula em posição adequada. Mesmo nas desidratações entre moléculas (denominada desidratação intermolecular), a geometria e a distância entre os grupos carboxila também influem no processo.

Nomenclatura de anidridos orgânicos

A nomenclatura oficial de anidridos simétricos é baseada na nomenclatura do ácido carboxílico de origem. O nome é formado com a troca da palavra “ácido” por “anidrido”. Veja o esquema a seguir.

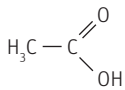


A nomenclatura de anidridos formados por ácidos carboxílicos diferentes, ou seja, anidridos assimétricos é formada indicando-se o nome da classe funcional “anidrido”, em uma palavra separada, e o nome dos dois ácidos, em ordem alfabética, separados pela conjunção “e” e omitindo-se as palavras “ácido”. Veja os exemplos.

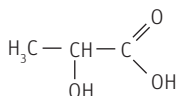


Observe que no segundo exemplo o nome da substância é **anidrido 3-metilbutanoico e propanoico** e não **anidrido propanoico e 3-metilbutanoico**. Isso ocorre porque a nomenclatura deve considerar a ordem alfabética dos nomes da cadeia principal, sem ramificações. Portanto, como o ácido **b**utanoico (cadeia principal do ácido 3-metilbutanoico) vem antes do ácido **p**ropanoico, o nome oficial da substância é anidrido 3-metilbutanoico e propanoico.

17. O fungo *Saccharomyces exignus* atua sobre a malto-se. Posteriormente, o microrganismo *Lactobacillus sanfrancisco* desenvolve-se sobre o produto fermentado, liberando o ácido acético e o ácido láctico. Massas alimentícias à base de malte, tratadas com esses dois microrganismos, são usadas para produzir o pão de São Francisco, muito apreciado nos Estados Unidos. Dadas as fórmulas do ácido acético e do ácido láctico, identifique as funções orgânicas presentes nesses dois compostos.

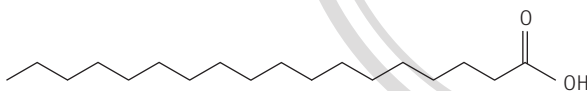


ácido etanoico
(ácido acético)



ácido 2-hidroxi-propanoico
(ácido láctico)

18. O ácido propenoico é usado para a obtenção de resinas acrílicas. Ele tem por características apresentar cheiro irritante e ser solúvel em água e em solventes orgânicos. Comercialmente, é conhecido como “ácido acrílico” ou “ácido acroleico”. Dê sua fórmula estrutural.
19. O ácido esteárico é carboxílico e pertence ao grupo de ácidos graxos, ou seja, derivados de gorduras. O fato de o ácido esteárico possuir uma cadeia longa, com ligações simples, dá à molécula uma maleabilidade acentuada. Ela pode aparecer esticada, como na fórmula abaixo, ou serpenteada, em zig-zague, enrolada.

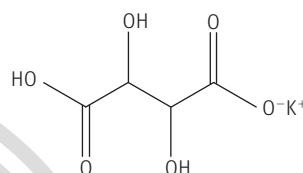


Dê a nomenclatura oficial do ácido esteárico, considerando que, para cadeias de dezoito átomos de carbono, como a do ácido esteárico, o prefixo utilizado é **octadec**. Escreva sua fórmula de forma condensada.

20. O ácido adípico é dicarboxílico de cadeia normal aberta que tem seu uso liberado como acidulante em alimentos industrializados. Todavia, seu uso não é tão intenso, pois o ácido cítrico tem a mesma aplicabilidade a um custo bem menor. O ácido adípico possui fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$. Dê sua fórmula estrutural, seu outro nome oficial e sua massa molar em gramas por mol.
21. Popeye, personagem de desenho animado, tornou-se famoso por causa da força que adquiria quando comia espinafre. Na verdade, a questão da força era puramente fantasiosa. Mas, embora o espinafre não tenha a propriedade de conferir força, é um alimento rico em sais derivados do ácido

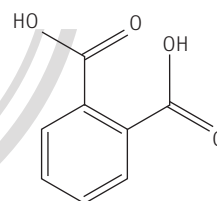
oxálico. Represente a fórmula de um sal de amônio dissubstituído derivado do ácido oxálico.

22. O ácido 2,3-di-hidroxi-butanodioico é também conhecido como ácido tartárico. Um dos derivados desse ácido é o hidrogenotartarato de potássio (veja fórmula estrutural abaixo), que é formado durante a produção do vinho, cristalizando-se nos recipientes de fermentação. Essa substância é usada na indústria alimentícia como estabilizante e também na composição do fermento químico com o bicarbonato de sódio, uma vez que tem caráter levemente ácido, necessário para que o processo de fermentação aconteça.



Identifique a função química à qual o hidrogenotartarato de potássio pertence e as funções presentes na substância que lhe dá origem.

23. Em ácidos dicarboxílicos, a desidratação pode acontecer na própria molécula. Equacione a desidratação intramolecular do ácido ftálico.



ácido ftálico

24. Alguns ácidos carboxílicos de longa cadeia carbônica e seus derivados são encontrados na carne animal e em óleos de origem vegetal. São exemplos dessas substâncias: o ácido palmítico (ácido hexadecanoico — $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$), presente no óleo de palma, de milho, de soja, de amendoim, de dendê, entre outros, e usado em alguns cosméticos; o benzoato de sódio, utilizado como conservante; o propanoato de cálcio, usado para impedir a presença de mofo em pães e bolos industrializados; o ácido sórbico (ácido hexa-2,4-dienoico), encontrado em alguns vegetais e usado como conservante em alimentos industrializados.

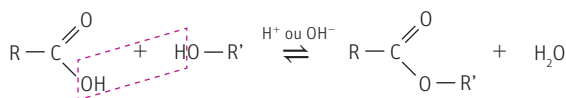
- Indique as funções orgânicas das substâncias mencionadas no texto.
- Dê as fórmulas estruturais do benzoato de sódio, do propanoato de cálcio e do ácido sórbico.
- Qual a fórmula estrutural do palmitato de potássio?

Ésteres

Os ésteres constituem grande parte das essências aromatizantes de frutos e flores utilizadas na indústria alimentícia, como o etanoato de pentila (aroma de banana) e o butanoato de etila (aroma de abacaxi).

Características e nomenclatura

Os ésteres podem ser produzidos a partir de reações catalisadas por íons H^+ ou OH^- entre ácidos carboxílicos e alcoóis ou fenóis em uma reação denominada **esterificação**, conforme exemplificado a seguir.



reação: ácido carboxílico + álcool ou fenol \rightleftharpoons éster + água

Observe na fórmula geral do éster acima que o átomo de hidrogênio do grupo carboxila foi substituído por um grupo orgânico (R').

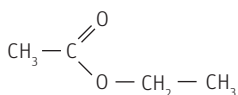
Os ésteres também podem reagir com água catalisada com ácido ou base e formar o ácido carboxílico e o álcool ou fenol de origem. Essa reação é reversível, e as quatro espécies estabelecem um equilíbrio químico.



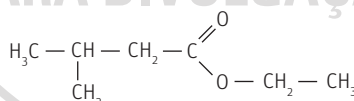
A nomenclatura oficial Iupac é similar à nomenclatura do sal orgânico e obedece à seguinte estrutura:

prefixo + infixo + o + ato de **grupo + a**
(do ácido carboxílico de origem) (do álcool ou do fenol de origem)

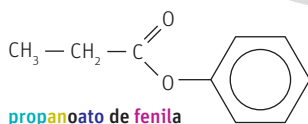
Exemplos



etanoato de etila

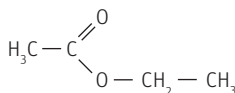


3-metilbutanoato de etila

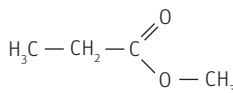


propanoato de fenila

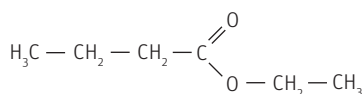
A Iupac considera, para alguns ésteres, outros nomes. Veja alguns exemplos abaixo.



acetato de etila
(etanoato de etila)



propionato de metila
(propanoato de metila)



butirato de etila
(butanoato de etila)

SAIBA MAIS

Flavorizantes



Alimentos para cães são aromatizados com o auxílio de flavorizantes artificiais.

Um dos grupos de aditivos químicos mais utilizados na indústria de alimentos e de aromas é o dos flavorizantes, palavra que vem do inglês *flavor*, que significa “aroma”.

Grande parte dos flavorizantes pertence ao grupo dos ésteres, como o etanoato de isopentila, que tem aroma de banana, e o etanoato de octila, que apresenta aroma de laranja. Mas há também aromas florais, como o etanoato de benzila, que exala cheiro de jasmim, e o nonanoato de etila, cujo odor é de rosa.

Com o objetivo de melhorar o hálito dos *pets*, são vendidos petiscos com sabor de menta, que pode ser obtido utilizando o acetato de etila.

Além dos flavorizantes artificiais, há os naturais, mais recomendados para uso em escala, por serem mais seguros para o consumo. Contudo, por razões econômicas, as indústrias de alimentos optam por utilizar os flavorizantes artificiais, o que leva à criação de normas rigorosas para o uso dessas substâncias artificiais na produção de alimentos.

Temperatura de ebulição de ésteres

Assim como ocorre com as outras funções oxigenadas, o aumento da quantidade de átomos de carbono em um éster aumenta a sua temperatura de ebulição.

Quando se comparam ésteres com a mesma fórmula molecular (isômeros de posição), não se observa uma tendência bem definida para a temperatura de ebulição. Veja a seguir.

Função orgânica	Nome do composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Éster	metanoato de etila	C ₃ H ₆ O ₂	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-80	54
	etanoato de metila	C ₃ H ₆ O ₂	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$	-98	57
	metanoato de propila	C ₄ H ₈ O ₂	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-93	81
	etanoato de etila	C ₄ H ₈ O ₂	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-84	77

Resumo das principais funções oxigenadas

O quadro a seguir mostra um pequeno resumo da nomenclatura das funções oxigenadas estudadas neste capítulo.

Função	Característica da função	Nomenclatura
Álcool	R-OH (hidroxila ligada a átomo de carbono saturado)	prefixo + infixo + ol
Enol	R-OH (hidroxila ligada a átomo de carbono insaturado)	prefixo + en + ol
Fenol	R-OH (hidroxila ligada a anel aromático)	benzeno + prefixo de quantidade + ol
Éter	R-O-R' (R e R' são grupos orgânicos que podem ser iguais ou diferentes)	prefixo do R menor + oxí + nome do hidrocarboneto correspondente ao R maior
Aldeído	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ (carbonila na extremidade da cadeia carbônica)	prefixo + infixo + al
Cetona	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$ (carbonila entre átomos de carbono. Os R e R' são grupos orgânicos que podem ser iguais ou diferentes)	prefixo + infixo + ona
Ácido carboxílico	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ (carboxila ligada a um grupo orgânico ou átomo de hidrogênio)	ácido prefixo + infixo + oico
Sal orgânico	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{X}^+$ (íon carboxilato ligado a um cátion metálico ou amônio, representado pela letra X)	prefixo + infixo + o + ato de nome do cátion
Anidrido orgânico	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$ (R e R' podem ser grupos orgânicos ou átomos de hidrogênio. Eles podem ser iguais ou diferentes)	anidrido nome do ácido de origem
Éster	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$ (R pode ser um grupo orgânico ou átomo de hidrogênio. R' é um grupo orgânico)	prefixo + infixo + o + ato de grupo + a

25. Leia o texto a seguir para responder às questões.

Um estudo publicado em maio [de 2015] no *American Journal of Clinical Nutrition* tenta esclarecer e definir o que o termo [processado] significa exatamente.

O governo americano define comida processada como “qualquer comida que não seja um produto agrícola cru e inclui qualquer produto agrícola cru que tenha sido submetido a processamentos, tais como enlatar, cozinhar, congelar, desidratar ou moer”.

[...]

Para ajudar a entender melhor as coisas, os pesquisadores dividiram 1,2 milhão de alimentos em quatro categorias distintas: processamento mínimo, processamento básico, processamento moderado e alto processamento.

[...]

Existem alguns pontos importantes para prestar atenção: [...] adoçantes artificiais; colorantes e flavorizantes; e conservantes (ingredientes que começam com siglas, como BHA e BHT).

Quanto mais desses ingredientes, maior a chance de que o produto é altamente processado e provavelmente não é uma escolha inteligente do ponto de vista nutricional.

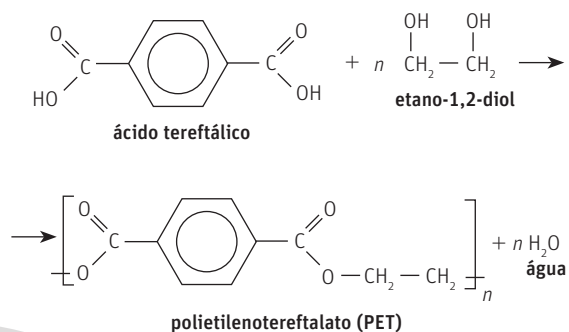
SHUMAKER, Erin. Por que precisamos parar de chamar alimentos não saudáveis de processados. *The Huffington Post*, 2015. Disponível em: <http://www.brasilpost.com.br/2015/06/30/o-que-e-comida-processada_n_7699822.html>. Acesso em: 4 abr. 2016.

Alguns ésteres são usados como flavorizantes pela indústria de alimentos, como os citados a seguir.

- butanoato de etila: sabor de abacaxi
- acetato de pentila: sabor de banana
- acetato de etila: sabor de maçã
- acetato de octila: sabor de laranja
- metanoato de etila: sabor de groselha
- acetato de propila: sabor de pera

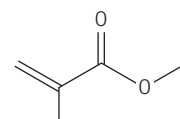
- a) Escreva a fórmula estrutural do acetato de propila.
- b) Equacione a reação entre ácido carboxílico e álcool que tem como produto o éster usado como essência de maçã.
- c) Dê os nomes dos produtos da reação do item anterior.
- d) Quais são o ácido carboxílico e o álcool que reagem formando acetato de octila?
- e) Na reação de síntese da essência de laranja, o técnico químico responsável trocou, inadvertidamente, o octan-1-ol pelo octan-2-ol. Qual o nome do produto formado na reação do ácido etanoico com o octan-2-ol?
- f) Faça uma reflexão sobre as suas escolhas nutricionais da última semana. Você consegue listar os produtos que continham pelo menos uma das substâncias citadas no texto?

26. O poliéster – muito utilizado em tintas e vernizes e como fibra têxtil – é um polímero, estrutura na qual um segmento molecular se repete indefinidamente. Ele pode ser obtido a partir da seguinte reação.

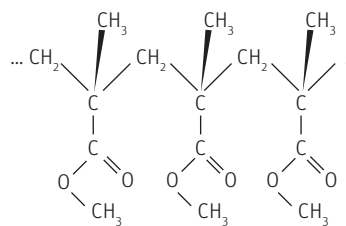


A presença das cadeias aromáticas na estrutura do poliéster lhe dá resistência. Por esse motivo, as suas fibras não amassam facilmente. O que caracteriza a potencialidade de reação do ácido tereftálico com o etano-1,2-diol?

27. O metilpropenoato de metila, também chamado de metacrilato de metila, é um composto que, quando associado entre si em longas cadeias (como se fossem elos de uma corrente), produz o metacrilato de laurila. Essa substância é mais conhecida por acrílico e tem larga aplicação na composição de tintas acrílicas. Dadas as fórmulas do metacrilato de metila e do metacrilato de laurila, justifique como ocorre a ligação entre as partes que compõem a molécula do metacrilato de laurila.



metacrilato de metila



metacrilato de laurila

28. Quais reagentes seriam necessários para a produção de butanoato de fenila?
29. Há diferença entre o etanoato de metila e o metanoato de etila, ou ambos são a mesma substância? Apresente as fórmulas estruturais das substâncias para justificar sua resposta.

Atividade experimental

Acidez e reatividade do suco de limão

Objetivo

Determinar o pH do suco de limão e de uma solução aquosa de etanol 54% (V/V) e analisar como o ferro presente na esponja de aço interage com o ácido cítrico do suco de limão.

Material

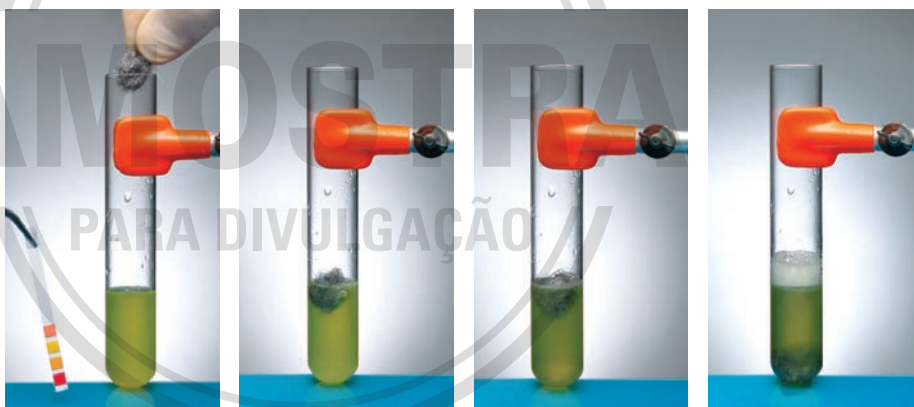
- 2 tubos de ensaio de aproximadamente 20 mL
- proveta de 25 mL ou de 50 mL
- 5 mL de suco de limão
- 5 mL de solução aquosa 54% (V/V) de etanol (álcool para limpeza 46 °INPM ou 54° GL)
- esponja de aço – encontrada em lojas de produtos para limpeza e supermercados
- papel indicador de pH (6 tiras) – pode ser encontrado em lojas que vendem produtos para aquários
- 2 pipetas

Equipamentos de segurança

Óculos de proteção e avental de algodão com mangas compridas.

Procedimento

1. Coloque aproximadamente 5 mL de suco de limão em um tubo de ensaio e 5 mL de solução aquosa de etanol em outro.
2. Determine o pH de cada uma dessas soluções com auxílio do papel indicador de pH. Anote o resultado em seu caderno.
3. Adicione um pequeno chumaço de palha de aço em cada um dos tubos. Anote no caderno o que foi observado.
4. Determine o pH do suco de limão a cada intervalo de 5 minutos e registre os valores encontrados no caderno.
5. Anote as eventuais alterações no sistema.



Etapas do procedimento para o tubo que contém suco de limão.

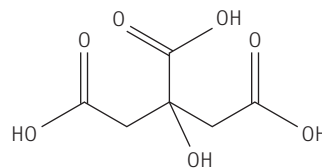
Fonte de pesquisa: A Química do refrigerante. Revista *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, ago. 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2016.

Resíduos

Os sólidos podem ser jogados no lixo comum. O descarte líquido pode ser despejado na pia.

Analise e discuta

1. Que conclusões podem ser tiradas a respeito da acidez das amostras de etanol e do suco de limão que foram analisadas?
2. O ácido cítrico, um dos constituintes do limão, apresenta a fórmula estrutural ao lado. Copie a fórmula em seu caderno e identifique os grupos funcionais dessa molécula, circulando-os.
3. Equacione, em seu caderno, a reação entre o ferro metálico (presente na esponja de aço) e os íons $H^+(aq)$ ou $H_3O^+(aq)$.
4. O que aconteceu com os valores de pH do suco de limão? Justifique.
5. Equacione a reação em que houve formação de um precipitado amarelo-esverdeado.



Por que o álcool afeta seu comportamento?

Para muitos, uma taça de vinho no jantar não faz mal. Mas já em pequena quantidade, a bebida começa a agir sobre o cérebro: há distorção na percepção, a capacidade de discernimento é perturbada, a concentração diminui.

O espumante é uma bebida saborosa, levanta o humor e talvez faça alguém ficar mais relaxado e eloquente – o álcool contido nela atua sobre o cérebro e sobre o corpo. Primeiramente, da mucosa oral, ele chega até o intestino delgado. Ali ele é absorvido e, através do sistema sanguíneo, é levado ao fígado.

“Esta é a primeira estação importante. Esse órgão dispõe de enzimas que podem metabolizar o álcool”, explica Helmut K. Seitz, pesquisador da Universidade de Heidelberg.

O fígado transporta toxinas para fora do corpo. E o álcool é uma delas. Na primeira passagem através do fígado, o álcool não é eliminado completamente. Uma parte consegue sair novamente e passar para outros órgãos.

“Isso se aplica, por exemplo, ao pâncreas, músculos, ossos e leva às correspondentes alterações”, diz Seitz, lembrando que o álcool pode agravar ou até mesmo causar mais de 200 doenças.

O que acontece no cérebro?

O excesso de álcool no corpo afeta principalmente o cérebro: há uma distorção da percepção, a capacidade de discernimento é perturbada, a concentração diminui. Ao mesmo tempo, reduz a timidez. [...]

No entanto, a ingestão de grandes quantidades pode levar a estados de delírio e até à inconsciência. Depressões e agressões ficam mais fortes. A triste consequência: em todo o mundo, aumenta o abuso de álcool, como também os acidentes e a violência sob a influência da bebida. Por volta de 3,3 milhões de pessoas morrem anualmente por sua causa.

Quando o álcool circula pelo corpo, ele também atinge o cérebro. Ele precisa de cerca de seis minutos para chegar



Operação “Lei Seca” realizada na estrada do Galeão, na Ilha do Governador, Rio de Janeiro (RJ). Foto de 2015.

lá. “A molécula de álcool etanol é pequena. Ela se encontra no sangue, em todas as partes aquosas, ela é solúvel em água. O corpo humano é composto de 70% a 80% de água, o álcool se distribui por aí e passa para o cérebro”, diz o pesquisador.

[...]

O que acontece no corpo?

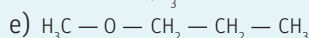
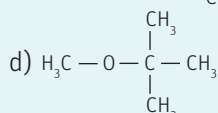
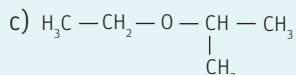
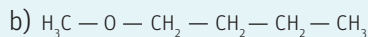
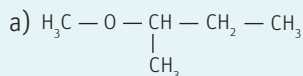
Na boca e na faringe, o álcool afeta as membranas mucosas, por exemplo, no esôfago, que não pode mais proteger o corpo de substâncias tóxicas. Responsável por reduzir as toxinas, o fígado, no entanto, está ocupado inicialmente em eliminar o álcool. Outras substâncias nocivas não são sequer consideradas.

HEISE, Gudrun. Uol Notícias. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2016/01/21/por-que-o-alcool-afeta-o-seu-comportamento.htm#fotoNav=3>>. Acesso em: 5 abr. 2016.

PARA DISCUTIR

1. De acordo com o texto, o etanol é solúvel em água. Justifique essa afirmação utilizando a fórmula estrutural do etanol.
2. Quando o álcool é metabolizado pelo fígado, são produzidas moléculas de outras funções como aldeído e ácido carboxílico. Considerando que a cadeia carbônica seja a mesma do etanol, dê o nome oficial desses dois produtos.
3. A lei seca, vigente em todo o território nacional, provoca uma série de polêmicas. O álcool foi proibido para pessoas que dirigem porque pode influenciar seu comportamento. Baseado em seus conhecimentos e no texto lido acima, você considera essa lei coerente? Existe um limite seguro para ingerir álcool e dirigir?

39. (Unisinos-RS) Recentemente, o Conselho Nacional do Petróleo, CNP, autorizou a Petrobras a aditivar à gasolina o metil-terciobutil-éter, MTBE, tendo em vista a escassez de álcool combustível. Qual a fórmula estrutural **correta** do aditivo em questão?



40. (UFMT) Analise as seguintes informações referentes ao composto 3,7-dimetil-2,6-octadienal.

I. Apresenta dois carbonos terciários na sua estrutura.

II. Apresenta fórmula molecular $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$.

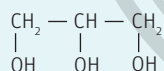
III. Apresenta cadeia homocíclica e insaturada.

IV. Apresenta três carbonos secundários na sua estrutura.

Estão **corretas** apenas as afirmações:

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

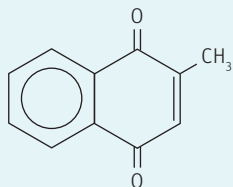
41. (PUC-Campinas-SP) “O nome oficial da glicerina, representada na figura a seguir, é X, tratando-se de um Y.”



Completa-se **corretamente** a afirmação acima quando X e Y são substituídos, respectivamente, por:

- a) 1,2,3-propanotriol e triálcool.
b) álcool propílico e triálcool.
c) propanotriol e trialdeído.
d) éter propílico e poliéter.
e) 1,2,3-tripropanol e trialdeído.

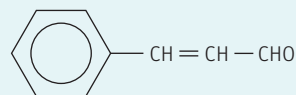
42. (Fuvest-SP)



Na vitamina K_3 (fórmula acima), reconhece-se o grupo funcional:

- a) ácido carboxílico. d) fenol.
b) aldeído. e) cetona.
c) éter.

43. (Cesgranrio-RJ) A substância cuja molécula está representada a seguir é responsável pelo aroma natural de canela.



A função orgânica a que pertence essa substância é:

- a) hidrocarboneto. d) cetona.
b) fenol. e) aldeído.
c) éter.

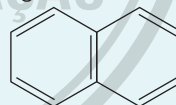
44. (UFRGS-RS) O ortocresol, presente na creolina, resulta da substituição de um átomo de hidrogênio do hidroxi-benzeno por um radical metila. A fórmula molecular do ortocresol é:

- a) $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$. c) $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}$. e) $\text{C}_6\text{H}_9\text{O}$.
b) $\text{C}_7\text{H}_9\text{O}$. d) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$.

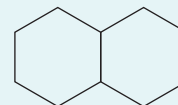
45. (UFPE) Relacione os compostos orgânicos listados na primeira coluna com as substâncias da segunda coluna.

- | | |
|--|--------------------------|
| (1) CH_3COOH | (A) formol |
| (2) CH_3COCH_3 | (B) cachaça |
| (3) HCOH | (C) removedor de esmalte |
| (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | (D) vinagre |
| (5) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | (E) gás de cozinha |

46. (UFMG) Considere as estruturas moleculares do naftaleno e da decalina, representadas pelas fórmulas a seguir.



naftaleno



decalina

Substituindo, em ambas as moléculas, um átomo de hidrogênio por um grupo hidroxila (OH), obtêm-se dois compostos que pertencem, respectivamente, às funções:

- a) fenol e fenol. c) fenol e álcool.
b) álcool e álcool. d) álcool e fenol.

47. (Uerj) Os cães conhecem seus donos pelo cheiro. Isso se deve ao fato de os seres humanos apresentarem, junto à pele, glândulas que produzem e liberam ácidos carboxílicos. A mistura desses ácidos varia de pessoa para pessoa, o que permite a animais de faro bem desenvolvido conseguir discriminá-la. Com o objetivo de testar tal discriminação, um pesquisador elaborou uma mistura de substâncias semelhantes à produzida pelo dono do cão.

Para isso, ele usou substâncias genericamente representadas por:

- a) RCHO . c) RCH_2OH . e) RCONH_2 .
b) RCOOH . d) RCOOCH_3 .

PUC-Campinas-SP
Fac-símile: ID/BR

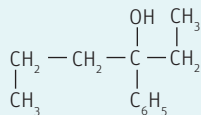
Fuvest-SP, Fac-símile: ID/BR

Cesgranrio-RJ
Fac-símile: ID/BR

UFMG, Fac-símile: ID/BR

48. (UFG-GO) O composto a seguir, pela Iupac, chama-se:

UFG-GO, Fac-símile: ID/BR



- 3-fenil-3-hexanal.
- propil-n-metil-fenilcarbinol.
- 4-fenil-4-etilbutanol.
- propilfenil-etilcarbinol.
- 3-fenil-3-hexanol.

49. (Unifor-CE) Um professor de química escreveu na lousa a fórmula $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ e perguntou a três estudantes que composto tal fórmula representava. As respostas foram:

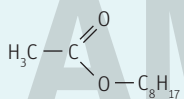
- Estudante 1: propanona (acetona).
- Estudante 2: propanal.
- Estudante 3: álcool propílico (propanol).

O professor considerou certa a resposta dada somente pelo(s) estudante(s):

- 1.
- 2.
- 3.
- 1 e 2.
- 2 e 3.

50. (UFRN) O composto usado como essência de laranja tem fórmula:

UFRN, Fac-símile: ID/BR



O nome oficial desse composto é:

- butanoato de metila.
- butanoato de etila.
- etanoato de n-octila.
- etanoato de n-propila.
- hexanoato de etila.

51. (Enem) Defende-se que a inclusão da carne bovina na dieta é importante, por ser uma excelente fonte de proteína. Por outro lado, pesquisas apontam efeitos prejudiciais que a carne bovina traz à saúde, como risco de doenças cardiovasculares. Devido aos teores de colesterol e de gordura, há quem decida substituí-la por outros tipos de carne, como a de frango e a suína. O quadro abaixo apresenta a quantidade de colesterol em diversos tipos de carne crua e cozida.

Alimento	Colesterol (mg/100 g)	
	cru	cozido
Carne de frango (branca) sem pele	58	75
Carne de frango (escura) sem pele	80	124
Pele de frango	104	139
Carne suína (bisteca)	49	97
Carne suína (toucinho)	54	56
Carne bovina (contrafilé)	51	66
Carne bovina (músculo)	52	67

Revista PRO TESTE, n. 54, dez. 2006. Adaptado.

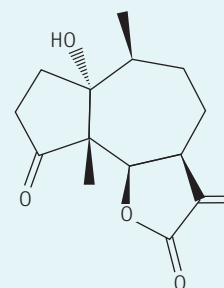
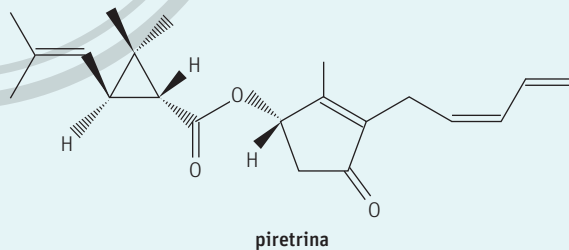
Com base nessas informações, avalie as afirmativas a seguir.

- O risco de ocorrerem doenças cardiovasculares por ingestões habituais da mesma quantidade de carne é menor se esta for carne branca de frango do que se for toucinho.
- Uma porção de contrafilé cru possui, aproximadamente, 50% de sua massa constituída de colesterol.
- A retirada da pele de uma porção cozida de carne escura de frango altera a quantidade de colesterol a ser ingerida.
- A pequena diferença entre os teores de colesterol encontrada no toucinho cru e no cozido indica que esse tipo de alimento é pobre em água.

É **correto** apenas o que se afirma em:

- I e II.
- I e III.
- II e III.
- II e IV.
- III e IV.

52. (Enem) A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



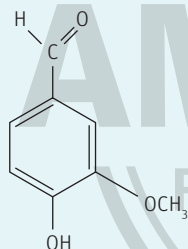
Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados.

- a) Éter e éster.
- b) Cetona e éster.
- c) Álcool e cetona.
- d) Aldeído e cetona.
- e) Éter e ácido carboxílico.

53. (UPE) Na indústria de perfumaria e alimentos, aroma e sabor são propriedades fundamentais. Flores e frutas apresentam comumente ésteres e cetonas em suas constituições. Em qual das afirmativas abaixo, respectivamente, aparecem essas funções orgânicas?

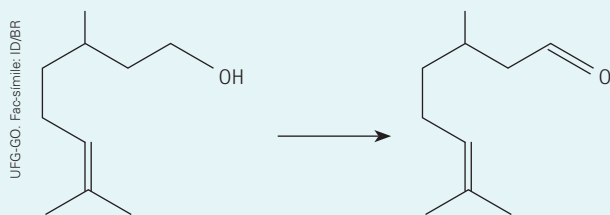
- a) $R - CO_2H$ e $R - COOR$
- b) $R - CO_2H$ e $R - CHO$
- c) $R - CHO$ e RCO_2H
- d) $R - CO_2R'$ e $R - CO - R$
- e) $R - CO - R$ e $R - CO$

54. (UFV-MG) A vanilina, representada abaixo, é uma substância aromatizante com sabor de baunilha, utilizada no preparo de pães, bolos e doces. Assinale a alternativa que corresponda a uma função orgânica presente na estrutura da vanilina:



- a) Álcool.
- b) Alqueno.
- c) Cetona.
- d) Aldeído.
- e) Éster.

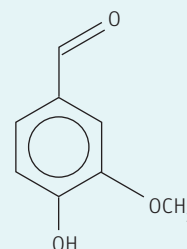
55. (UFG-GO) A equação química de conversão do citronelol em citronela é mostrada a seguir. Nessa reação, tem-se a conversão de um



- a) fenol em aldeído.
- b) álcool em aldeído.
- c) fenol em cetona.
- d) álcool em cetona.
- e) aldeído em cetona.

O texto e a figura referem-se às questões de números 56 e 57.

(UFSCar-SP) A vanilina é empregada largamente como aromatizante em alimentos, bebidas e perfumes. A sua fórmula estrutural plana está representada na figura.



56. Considerando a representação da fórmula estrutural plana da vanilina, é correto afirmar que sua fórmula molecular é:

- a) CH_8O_3 .
- b) $C_8H_7O_3$.
- c) $C_7H_7O_3$.
- d) $C_7H_8O_3$.
- e) $C_6H_7O_3$.

57. O nome oficial da vanilina, segundo as normas da Iupac, é:

- a) 4-hidroxi-3-metoxibenzaldeído.
- b) 4-metoxi-3-metoxibenzaldeído.
- c) 3-hidroxi-4-metoxibenzalona.
- d) ácido 4-hidroxi-3-metoxibenzoico.
- e) ácido 3-hidroxi-4-metoxibenzoico.

58. (Unicamp-SP) Feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação entre indivíduos de uma mesma espécie. A mensagem química tem como objetivo provocar respostas comportamentais relativas à agregação, colaboração na obtenção de alimentos, defesa, acasalamento, etc. Há uma variedade de substâncias que exercem o papel de feromônios, como o $CH_3(CH_2)_3CH_2OH$ (sinal de alerta) e o $CH_3CH_2CO(CH_2)_5CH_3$ (preparar para a luta). Uma mariposa chamada *Bombyx disparate* segrega um feromônio sexual capaz de atrair os machos da espécie numa distância de até 800 metros. Tal substância apresenta, na molécula, a função epóxi. Um fragmento de uma molécula desse feromônio, contendo apenas o principal grupo funcional, pode ser representado simplificadaamente como $-CHOCH-$.

- a) Copie as duas fórmulas das substâncias citadas acima. Em cada uma delas, marque e dê o nome de uma função química presente.
- b) Escreva o nome químico da substância referente ao sinal de alerta.
- c) Desenhe a "fórmula estrutural" do fragmento $-CHOCH-$.

Funções nitrogenadas

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Aminas.

Amidas.

Nitrilas, isonitrilas e nitrocompostos.



A produção de gases e sua rápida expansão, a partir do calor produzido na reação, é o que está por trás das explosões.

Uma das classes de moléculas que mais transformou a história da humanidade foi, com certeza, a das moléculas explosivas.

Desde a Antiguidade, a pólvora era utilizada pelos indianos, árabes e chineses. Seu composto principal: KNO_3 , o sal nitrato de potássio. Posteriormente, moléculas como a nitroglicerina e o trinitrotolueno, mais conhecido como TNT, elucidaram as características que tornam uma substância orgânica potencialmente destruidora.

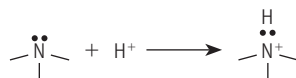
O que as substâncias citadas têm em comum? A resposta é: nitrogênio.

O poder destrutivo de uma bomba advém da formação e expansão de uma grande quantidade de matéria gasosa. Na explosão de compostos com nitrogênio é formado o gás N_2 , extremamente estável. Tanto a nitroglicerina, quanto o TNT, apresentam átomos de nitrogênio em suas estruturas, mas há algo a mais que as faz serem temidas. Em ambas, ligado aos átomos de nitrogênio, há oxigênio. Por que essa associação é um dos segredos das moléculas explosivas?

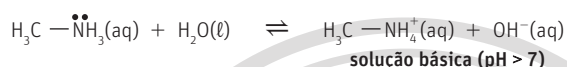
De acordo com o conceito ácido-base de Brønsted-Lowry, as aminas são consideradas compostos básicos porque o átomo de nitrogênio apresenta um par de elétrons não compartilhados na sua última camada.



Esse par de elétrons livres, representado pelos dois pontinhos acima do átomo de nitrogênio (N), pode ligar-se a um próton (H^+) por meio de uma ligação covalente, como se vê abaixo.



Exemplo



Nomenclatura de aminas primárias

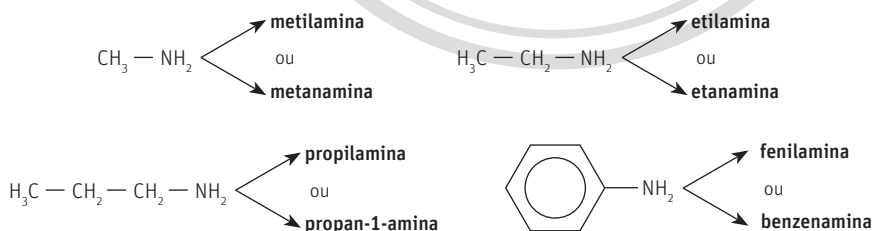
Para as **aminas primárias**, a Iupac considera duas formas de nomenclatura:

1ª) escrevem-se os nomes dos grupos ligados ao átomo de nitrogênio, seguidos do sufixo amina; ou

2ª) escrevem-se o prefixo e o infixo da cadeia carbônica ligada ao átomo de nitrogênio, seguidos do sufixo amina.

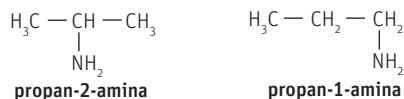


Exemplo



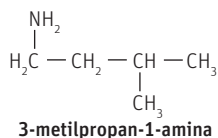
Nas aminas primárias, pode ser necessário indicar a posição do grupo $-NH_2$. Esse é o caso de aminas com o grupo $-NH_2$ ligado a átomos de carbono secundários ou terciários, ou a primários com a ocorrência de grupos substituintes ligados à molécula. Para tanto, empregam-se as mesmas normas utilizadas para indicar a posição do grupo hidroxila ($-OH$) na função álcool.

Exemplo



Repare que a propan-2-amina e a propan-1-amina são isômeros: elas se distinguem uma da outra apenas pela posição do grupo $-NH_2$.

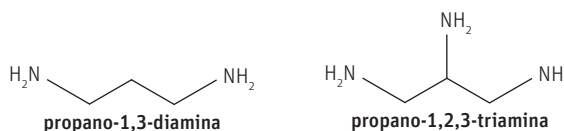
Outro exemplo



O mesmo ocorre no caso acima, no qual devemos dar ao grupo $-\text{NH}_2$ a prioridade para o início da numeração da cadeia principal.

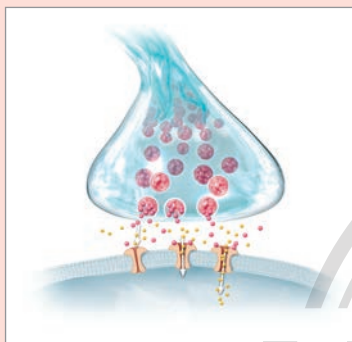
Na presença de mais de um grupo amina, adiciona-se a vogal **o** após o infixo e utilizam-se os sufixos **-diamina**, **-triamina**, etc.

Exemplo



QUÍMICA E BIOLOGIA

Antidepressivos



O objetivo de certos antidepressivos é aumentar o tempo que a serotonina permanece na fenda sináptica (espaço entre dois neurônios) antes de ser inativada, aumentando assim a neurotransmissão. Representação da fenda sináptica. Cores-fantasia e fora de escala.

O cloridrato de fluoxetina é uma das drogas mais prescritas para o tratamento da depressão.

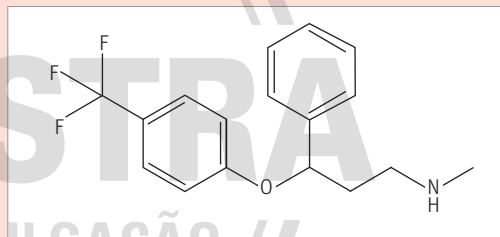
Esse medicamento atua inibindo a recaptura da serotonina, substância química responsável por promover sensações de bem-estar e bom humor no indivíduo. A falta de serotonina pode levar à depressão.

Fonte de pesquisa: VEITCH, G. Disponível em: <<http://www.ch.ic.ac.uk/local/projects/veitch/index.html>>. Acesso em: 6 abr. 2016.

Tanto a fluoxetina quanto a serotonina contêm a função amina.

Estima-se que desde o início da sua comercialização, em 1986, mais de 40 milhões de pessoas em todo o mundo já tenham usado esse medicamento.

Vale ressaltar que medicamentos antidepressivos podem levar vários dias para mostrar todos os seus efeitos e devem ser utilizados exclusivamente sob orientação médica.



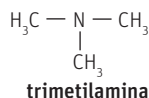
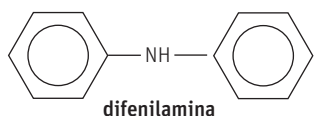
Estrutura molecular da fluoxetina.

Nomenclatura de aminas secundárias e terciárias

As aminas secundárias e terciárias são nomeadas das seguintes formas:

Se forem **simétricas**, ou seja, se os grupos ligados ao átomo de nitrogênio forem iguais, a nomenclatura pode ser efetuada atribuindo o nome do grupo precedido dos prefixos di- ou tri- e acrescentando o sufixo amina.

Exemplo

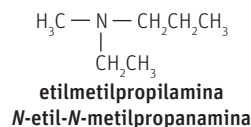
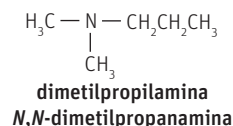
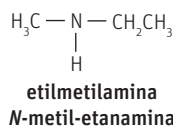


Se as aminas forem **assimétricas**, a Iupac considera duas formas de nomenclatura:

1ª) os nomes de todos os grupos substituintes, em ordem alfabética, seguidos do sufixo amina; ou

2ª) considera-se o grupo que possui a maior sequência de átomos de carbono ligados ao átomo nitrogênio como cadeia principal e o(s) outro(s) grupo(s) como substituinte(s). Escrevem-se o nome de cada grupo substituinte precedido por N- e o nome da cadeia principal (prefixo + infixo + amina).

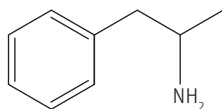
Exemplo



Observe acima a posição do N- quando os grupos substituintes são iguais e quando eles são diferentes.

Anfetaminas

Anfetaminas são substâncias pertencentes à função **amina** e que exercem uma ação específica no organismo: aumentam a atividade do sistema nervoso, provocando a diminuição da sensação de fadiga, a redução do apetite e o aumento do ânimo. Por apresentar essas propriedades farmacológicas, as anfetaminas são usadas como estimulantes.



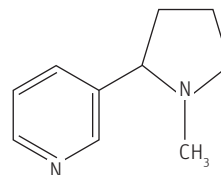
Fórmula estrutural da **anfetamina**.

Alcaloides

O uso de extratos vegetais como medicamentos ou venenos é conhecido há muito tempo. Por exemplo, o filósofo grego Sócrates, na Grécia antiga, foi condenado à morte com a ingestão de chá de cicuta. Essa ação biológica dos extratos é muitas vezes devida à existência de um conjunto de substâncias conhecidas como

alcaloides, nome derivado do termo *alkalis* devido ao caráter básico dessas substâncias.

Os alcaloides são compostos orgânicos cíclicos contendo nitrogênio e são encontrados principalmente nas angiospermas. A nicotina é um exemplo de alcaloide. Ela é formada nas raízes do tabaco (*Nicotiana tabacum*) e posteriormente translocada para as folhas nas quais é armazenada em vacúolos. Nas plantas sua função é a defesa contra predadores. Por essa razão, ela também é utilizada na agricultura como um inseticida natural.



Fórmula estrutural da nicotina.

Alguns compostos orgânicos nitrogenados de origem vegetal biologicamente ativos possuem características semelhantes a álcalis (de caráter básico) e, portanto, foram chamados de alcaloides.

AÇÃO E CIDADANIA

Número de fumantes no Brasil cai 20,5% em cinco anos



Plantação de tabaco, planta que contém nicotina, São Mateus do Sul (PR). Foto de 2014.

O número de fumantes no Brasil caiu para 14,7%, de acordo com Pesquisa inédita do Ministério da Saúde e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esse índice era 18,5% em 2008, conforme a Pesquisa Especial de Tabagismo do IBGE (PETab), ou seja, a queda foi de 20,5%. Os homens são os que mais usam produtos do tabaco (19,2%) contra 11,2% das mulheres. A faixa etária com maior prevalência é de 40 a 59 anos (19,4%), enquanto os jovens de 18 a 24 anos apresentaram a menor taxa (10,7%).

[...] Preocupa ainda o alto percentual no Sul, cujos três estados lideram o índice de usuários de tabaco e derivados. Paraná registra 18,1% de fumantes, seguido por Santa Catarina (16%) e Rio Grande do Sul (14,2%).

Outro aspecto positivo foi que 73,1% das pessoas que tentaram parar de fumar conseguiram tratamento, um aumento importante em relação a 2008, quando o índice era de 58,8%. Esse avanço é resultado da universalização do acesso aos medicamentos para tratamento do tabaco na rede pública de saúde. O Ministério da Saúde expandiu a oferta de medicamentos e assistência profissional àqueles que desejam parar de fumar.

Entre as recentes conquistas no Brasil destaca-se a Lei Antifumo [...]. A nova legislação torna os ambientes fechados de uso coletivo 100% livres de tabaco, protegendo a população do fumo passivo e contribuindo para diminuição do tabagismo entre os brasileiros.

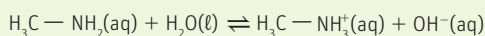
[...]

O cigarro é responsável por cerca de 200 mil mortes por ano no Brasil e a Organização Mundial de Saúde reconhece o tabagismo como uma doença epidêmica. A dependência da nicotina expõe os fumantes continuamente a mais de quatro mil substâncias tóxicas, que são fatores de risco para aproximadamente 50 doenças, principalmente as respiratórias e cardiovasculares, além de vários tipos de câncer como o de pulmão e brônquios.

Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (Inca). Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2014/numero_de_fumantes_no_brasil_cai_20_por_cento_em_cinco_anos>. Acesso em: 22 abr. 2016.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

1. É muito comum, depois da limpeza de peixes e de outros animais marinhos, as pessoas utilizarem suco de limão para remover o cheiro desagradável deixado em suas mãos, tanto aquelas que comercializam ou que lidam diariamente com pescados quanto as que os preparam em casa. A maioria delas não tem uma explicação científica para o fato de o cheiro ruim acabar com o uso de limão. Entretanto, sabe-se que um dos compostos responsáveis pelo cheiro é a metilamina, proveniente da decomposição das proteínas do peixe, cuja equação de equilíbrio é representada a seguir.



Explique, com base no que você estudou sobre o princípio de *Le Chatelier*, por que o cheiro de pei-

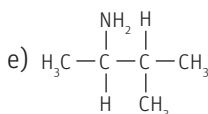
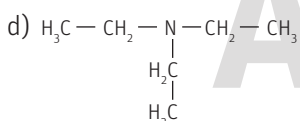
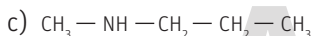
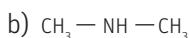
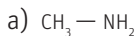
xe e de outros pescados desaparece com o uso de limão. Além de suco de limão, qual outro produto facilmente encontrado em casa poderia ser utilizado com a mesma finalidade?

Resolução

As aminas têm caráter básico. Assim, em água, elas formam o sal de amônio correspondente liberando íons OH^- . A adição do suco de limão, o qual contém ácido cítrico, neutraliza os íons OH^- favorecendo o sentido da formação dos produtos, ou seja, consumindo a metilamina.

Outro produto facilmente encontrado em casa e que poderia ser utilizado com a mesma finalidade é o vinagre, o qual contém em sua composição o ácido acético.

2. Dê o nome das seguintes aminas.



3. Represente a fórmula estrutural dos compostos:

a) dietilamina;

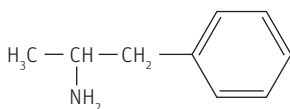
b) butan-1-amina;

c) metilpropilamina;

d) butan-2-amina;

e) fenildimetilamina.

4. A benzedrina, cuja fórmula estrutural é apresentada a seguir, é uma substância orgânica muito utilizada em moderadores de apetite — compostos que reduzem consideravelmente o desejo de comer e que, por isso, são muito usados no tratamento de obesidades.

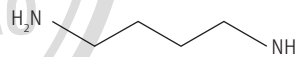


- a) Escreva a fórmula molecular da substância orgânica benzedrina.

- b) Pela análise de sua estrutura, é possível afirmar que a benzedrina é uma amina primária, secundária ou terciária?

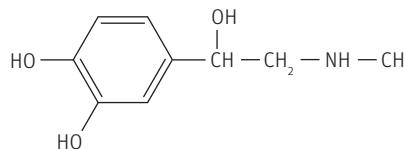
- c) Dê o nome da benzedrina de acordo com a nomenclatura oficial da Iupac.

5. A putrescina, uma das substâncias formadas na decomposição de animais mortos, está representada pela seguinte fórmula.



Escreva a fórmula molecular dessa substância.

6. Um importante hormônio sintetizado pelo organismo humano é a adrenalina, também conhecida por epinefrina. A fórmula estrutural da adrenalina é:



- a) Qual a fórmula molecular da adrenalina?

- b) Indique outro(s) grupo(s) funcional(is) presente(s) na estrutura da adrenalina.

7. Desenhe as estruturas da fenilamina e da dietilamina. Elas são, respectivamente, aminas:

a) primária e primária.

b) secundária e secundária.

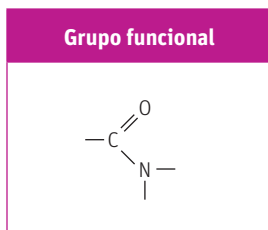
c) primária e secundária.

d) secundária e primária.

e) primária e terciária.

Amidas

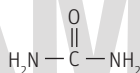
As amidas são substâncias utilizadas em muitas sínteses orgânicas e como intermediários industriais na produção de medicamentos, plásticos, suplemento alimentar para gado e outros produtos.



Ureia

A **ureia**, produto final do metabolismo de proteínas em alguns animais, é eliminada pela urina e apresenta fórmula molecular $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Trata-se de uma diamida (possui dois grupos $-\text{NH}_2$ ligados a um grupo carbonila) utilizada para a produção de fertilizantes.

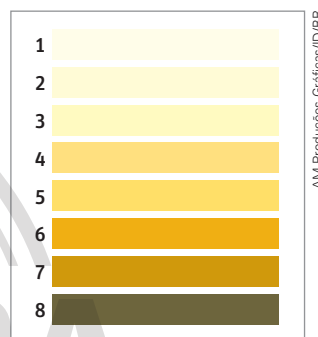
A diamida do ácido carbônico é o produto de excreção, nos mamíferos, por meio do qual o nitrogênio é eliminado na urina. Tem a seguinte fórmula estrutural.



SAIBA MAIS

Nível de hidratação

Você pode verificar seu nível de hidratação por meio da cor de sua urina. Se sua urina estiver mais próxima das cores equivalentes aos números 1, 2 e 3 da tabela abaixo, você está bem hidratado. Se a cor de sua urina estiver próxima das barras 4, 5 e 6, você não está hidratado o suficiente. Se a cor de sua urina estiver mais próxima das colorações de números 7 e 8, você está desidratado e deve ingerir líquidos urgentemente. Lembre-se: a sede já é um sinal de desidratação.



Fonte de pesquisa: ARMSTRONG, S.; MARESH, C. M.; CASTELLANI, J. W.; BERGERON, M. E.; KENEFFICK, R. W. Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sports Nutrition* 4:265-279, 1994.

SAIBA MAIS

O uso da ureia como fertilizante

[...]

A ureia é um composto nitrogenado sólido, que se apresenta na forma de grânulos brancos e possui 46% de N na forma amídica. É o fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo. Mais de 90% da produção mundial é destinada para uso como fertilizante.

A produção de ureia a partir de amônia e gás carbônico [...] torna o produto menos oneroso que os demais fertilizantes nitrogenados, inclusive pelo fato de possuir teor de N bem mais alto, comparada aos demais produtos, o que proporciona um preço mais atrativo por tonelada de N. Assim, a ureia apresenta o mais baixo custo de transporte e estocagem por unidade de N contido.

A ureia é aplicada preferencialmente via solo, no plantio ou em cobertura, e um dos cuidados necessários para aumentar sua eficiência é incorporá-la ao solo no momento da aplicação, para minimizar as perdas por volatilização.

[...]

International Plant Nutrition Institute (IPNI). Informações Agronômicas n. 120, dez. 2007. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/6CEA9D9A5D2B825683257AA1005D87E3/\\$FILE/Jornal120.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/6CEA9D9A5D2B825683257AA1005D87E3/$FILE/Jornal120.pdf)>. Acesso em: 6 abr. 2016.



Unidades de produção de acrílicos e fertilizantes localizadas em Candeias (BA), abril de 2010.

Os átomos de nitrogênio da molécula de ureia são provenientes das proteínas que ingerimos em excesso em nossa dieta. Durante a digestão, as proteínas são quebradas em unidades menores chamadas aminoácidos, os quais contêm, entre outros grupos orgânicos, grupos amina ($-\text{NH}_2$). Para evitar a liberação de amônia (NH_3) no sangue, a qual é muito tóxica, esses grupos são convertidos em ureia no fígado, durante o processo de degradação dos aminoácidos, por meio de uma série de reações conhecidas como **ciclo da ureia**.



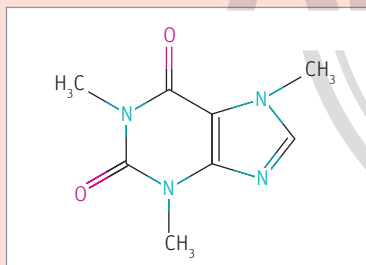
Malcolm Schuy/MindenFotoarena

Em meio aquoso, a ureia se decompõe em gás carbônico e amônia. O cheiro da amônia, muito intenso, é utilizado por alguns animais, como o guepardo desta foto (cerca de 1,3 m), para demarcar território. Parque Masai Mara, Quênia, s. d.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Cafeína

A cafeína é uma substância estimulante que apresenta a amida como um dos grupos funcionais. Ela pode ser encontrada no café, chá, chocolate, em refrigerantes do tipo cola e medicamentos para resfriados e dores, entre outros.



O Brasil é o maior produtor e um dos maiores consumidores de café do mundo. À esquerda, fórmula estrutural da cafeína.

O consumo da cafeína é motivo de discussões no meio científico, pois, enquanto alguns pesquisadores exaltam efeitos positivos dessa substância – como estimulante do raciocínio e do desempenho esportivo –, outros alertam para os efeitos adversos – agitação, dores de cabeça, insônia, irritabilidade nervosa e da mucosa gástrica, elevação da frequência cardíaca e da pressão arterial. O efeito da cafeína no padrão de construção da teia da aranha-de-jardim (*Araneus diadematus*) foi verificado e comparado com o de outras drogas conhecidas:



A

B

C

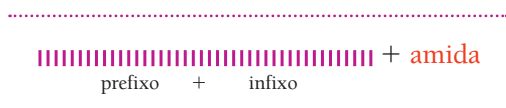
D

Da esquerda para a direita, teias feitas por aranhas-de-jardim sob efeito de maconha (A), benzedrina (análogo da anfetamina) (B), cafeína (C) e hidrato cloral (sedativo) (D).

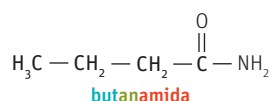
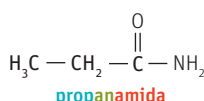
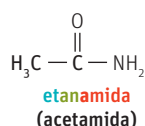
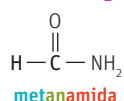
Fonte de pesquisa: NOEVER, R.; CRONISE, J.; RELWANI, R. A. Using spider-web patterns to determine toxicity. *Nasa Tech Briefs*. v. 19(4). p. 82.

Nomenclatura de amidas

As amidas são nomeadas de acordo com o esquema:

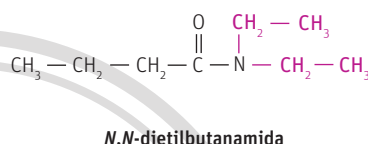
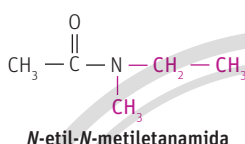
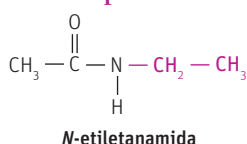


Exemplos



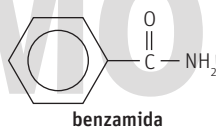
Lembre-se, um ou dois átomos de hidrogênio do grupo $-\text{NH}_2$ da amida podem ser substituídos por grupos substituintes. Nesses casos, ela é denominada **N-substituída**, e em sua nomenclatura deve aparecer a letra **N** para indicar a substituição.

Exemplos



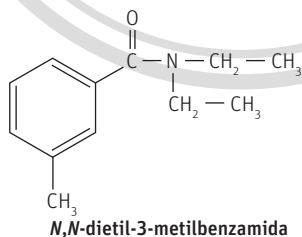
Amidas aromáticas

As amidas aromáticas possuem ao menos um anel aromático na sua estrutura molecular. A amida aromática mais simples é a benzamida, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

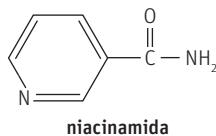


Derivados da benzamida são utilizados como fármacos para tratamento de hipertensão e angina do peito.

A *N,N*-dietil-3-metilbenzamida, cuja estrutura está abaixo representada, é usada como repelente de mosquitos e carrapatos, na forma de pomadas.

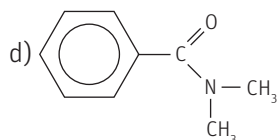
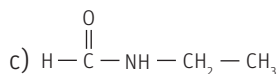
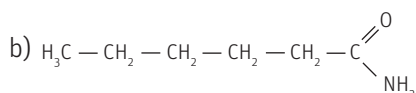
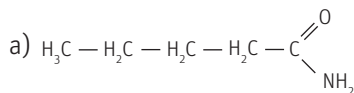


Uma amida aromática de grande importância biológica é a niacinamida, molécula conhecida como **vitamina B₃**.



Esse composto tem importante participação nas reações químicas do nosso organismo. Ao auxiliar nas reações de oxidação dos alimentos, possibilita a geração de energia química necessária ao nosso organismo. A vitamina B₃ é encontrada principalmente em carnes vermelhas, vísceras, pescado e amendoim. Uma dieta pobre nessa vitamina pode ocasionar uma doença chamada **pelagra**, cujos sintomas são inflamações na pele que dão a ela um aspecto quebradiço, úlceras nas mucosas, diarreia e alterações mentais.

8. Dê o nome de cada um dos compostos listados a seguir.



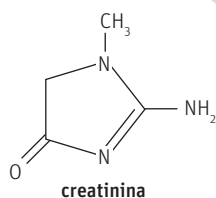
9. Escreva a fórmula estrutural dos seguintes compostos:

- 2-metilpropanamida.
- 3-metilbutanamida.
- 3-metilpentanamida.
- N-etilpropanamida.

10. No tratamento da pelagra é recomendada a ingestão de 300 mg de niacinamida por dia. Com base na fórmula estrutural apresentada na página 112, determine o número de moléculas de niacinamida que devem ser ingeridas por dia nesse caso.

11. Em sua opinião, uma pessoa excreta mais ureia quando come mais gordura, proteína ou açúcar? Justifique sua resposta.

12. A creatinina é uma substância que apresenta a seguinte fórmula estrutural:



O nível de creatinina no soro sanguíneo permite avaliar como os rins estão funcionando.

A concentração de creatinina deve ser de, aproximadamente, 1 mg/dL nos homens, 0,8 mg/dL nas mulheres e 0,5 mg/dL nas crianças pequenas e nos idosos.

Pessoas que praticam atividade física intensa têm maior quantidade de creatinina por decilitro (dL) de sangue. Problemas renais também podem fazer com que esses valores aumentem consideravelmente no organismo.

- Copie a fórmula da creatinina no caderno e circule o grupo amina.
- Determine a fórmula molecular dessa substância.

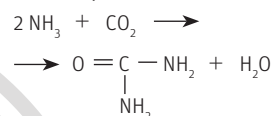
c) Considere um exame de urina cuja concentração de creatinina medida foi de 1,2 mg/dL. Calcule o excesso, em %, de creatinina medida na urina analisada proveniente de uma mulher, de um homem e de uma criança em relação aos valores normais.

13. A ureia é um sólido branco nas condições ambientais. Sua solubilidade em água a 20 °C é, aproximadamente, 110 g/100 mL.

Pode ser utilizada para:

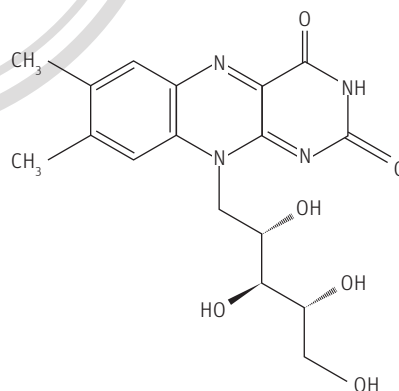
- fabricação de plásticos do tipo ureia-formaldeído;
- aumento da concentração de nitrogênio em solos pobres nesse elemento.

Sua obtenção, em laboratório, pode ser feita com a reação representada por:



- Qual a porcentagem, em massa, de nitrogênio na ureia?
- Qual a massa de ureia formada a partir de 340 g de amônia, supondo que a reação tenha um rendimento de 60%?
- Sabendo que a solubilidade da amônia em água a 20 °C é de 541 mg/mL, discuta a vantagem, para os seres humanos, de excretar ureia e não amônia na urina.

14. A riboflavina, de fórmula estrutural



é também conhecida como vitamina B₂. Essa substância pode ser encontrada em alimentos como brócolis, agrião, aveia e arroz integral. Sua carência pode provocar sangramento das gengivas, ressecamento da pele e estomatite, entre outros problemas de saúde.

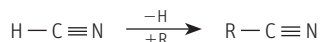
- Determine a fórmula molecular da vitamina B₂.
- Copie a fórmula estrutural da vitamina B₂ em seu caderno e circule o grupo amida.

Nitrilas, isonitrilas e nitrocompostos

Nitrilas, isonitrilas e nitrocompostos são as últimas classes funcionais nitrogenadas a serem estudadas nesta unidade.

Nitrilas

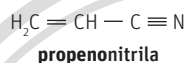
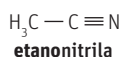
As **nitrilas** são compostos orgânicos resultantes da substituição do átomo de hidrogênio do cianeto de hidrogênio ($\text{H} - \text{C} \equiv \text{N}$) por um grupo orgânico (**R**).



As moléculas da classe funcional nitrila apresentam o grupo funcional $-\text{C} \equiv \text{N}$ em sua estrutura. A nomenclatura desses compostos segue o esquema abaixo.



Exemplos:



A propenonitrila (também conhecida como cianeto de vinila) é uma substância líquida nas condições ambientes, menos densa do que a água, de cor clara e cheiro irritante. Seus vapores são inflamáveis. Sua solubilidade em água é de, aproximadamente, 8 g/100 mL a 20 °C. É importante matéria-prima para a fabricação de fibras têxteis.

HCN: formador de nitrilas

O cianeto de hidrogênio, HCN, é um gás nas condições de pressão e temperatura ambientes. Em solução aquosa comporta-se como um ácido fraco (ácido cianídrico) ionizando-se parcialmente em H^+ e CN^- . O íon cianeto (CN^-) é extremamente tóxico e causa a morte se inalado, mesmo em pequenas quantidades.

Um animal encontrado na Costa Rica, chamado polidésמידo, é um decompositor que se alimenta de restos de plantas e animais. Completamente cego, o polidésמידo utiliza-se de um curioso sistema de defesa: quando se encontra em alguma situação de perigo, produz ácido cianídrico para afastar o inimigo.



William Ervin/SPL/Latinstock

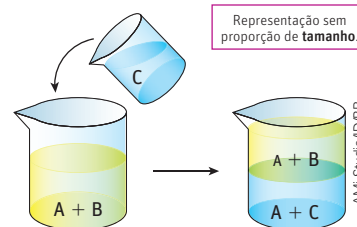
SAIBA MAIS

Extração de pesticidas

Quando certos líquidos, como, por exemplo, água e óleo, são agitados em conjunto em um recipiente e a mistura é deixada em repouso, os dois líquidos separam-se em duas camadas. Tais líquidos são ditos imiscíveis, considerando que eles são quase totalmente insolúveis entre si.

A remoção de um soluto de uma solução aquosa por meio de um solvente imiscível em água é denominada extração por solvente. Essa técnica, muito empregada para separações, está baseada na diferente solubilidade do soluto nos dois solventes.

A acetoneitrila, por exemplo, é normalmente utilizada na extração de pesticidas da água. Pesticidas são aplicados em plantações com o objetivo de eliminar pragas, aumentando a produtividade das lavouras. Os pesticidas são tóxicos se ingeridos por pessoas ou outros animais e capazes de causar impactos no meio ambiente devido à contaminação do lençol freático e dos rios. Para controlar abusos no emprego dessas substâncias, eles devem ser extraídos, identificados e quantificados em amostras de água, solo e plantas.



A adição de um solvente (C) mais miscível com A do que com B produz uma mistura de duas fases e permite a extração parcial ou total de um dos componentes, no caso, o A. Uso de cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: VOGEL, A. *Química analítica qualitativa*. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. p. 148.

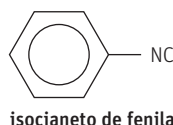
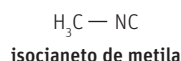
O polidésמידo (cerca de 5 cm) usa o ácido cianídrico (substância extremamente tóxica) para afugentar seus inimigos. Reserva Florestal Monteverde, Costa Rica, s. d.

Isonitrilas

Isonitrilas são substâncias formadas por moléculas orgânicas resultantes de reações do isocianeto de hidrogênio ($\text{H} - \text{NC}$), cujo hidrogênio foi substituído por grupos orgânicos (R). A nomenclatura desses compostos é feita pela adição do termo **isocianeto de** ao nome do grupo orgânico ligado ao $-\text{NC}$.

isocianeto de  + a
nome do grupo orgânico

Exemplos

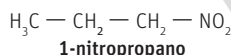
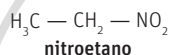
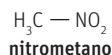


Nitrocompostos

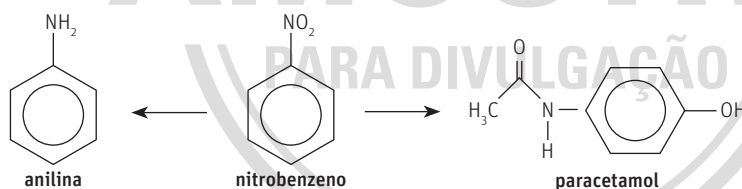
Os **nitrocompostos** são substâncias formadas por moléculas orgânicas que contêm o grupo $-\text{NO}_2$. Sua nomenclatura é dada pela adição do prefixo **nitro** ao nome do hidrocarboneto ligado ao $-\text{NO}_2$.

nitro + 
nome do hidrocarboneto

Exemplos



Um dos nitrocompostos mais importantes é o nitrobenzeno (fórmula estrutural abaixo). Trata-se de um líquido amarelado e tóxico, principalmente utilizado na produção de anilina, mas também na produção de fármacos, como o paracetamol. Por seu odor agradável, também é empregado como solvente em tintas.



QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Os explosivos e os medicamentos para o coração

Os químicos começaram a pesquisar os efeitos do ácido nítrico sobre os compostos orgânicos em meados do século XIX.

Ascanio Sobrero (1812-1888), químico italiano, gotejou glicerol em uma mistura resfriada de ácidos sulfúrico e nítrico e derramou a mistura resultante em água. Uma camada oleosa se separou, hoje essa camada é conhecida como nitroglicerina.

Como era de costume na época, Sobrero provou o novo composto e em seus registros relatou uma violenta dor de cabeça e fraqueza dos membros.

Posteriormente, estudos revelaram que as fortes dores de cabeça que os funcionários da indústria de explosivos sentiam estavam relacionadas à dilatação de vasos sanguíneos causada pelo contato com a nitroglicerina.

Essa descoberta levou a prescrição de nitroglicerina para doenças que causam falta de oxigênio no coração, como a angina.

A nitroglicerina libera no corpo a molécula de óxido nítrico, que causa a dilatação dos vasos sanguíneos, facilitando a oxigenação dos mesmos.

Fonte de pesquisa disponível em: <<http://fs.unb.br/farmacologiaclinica/bulasdecardiologia/bulas/N/nitroglicerina.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2016.



Sherry Yates Young/Shutterstock.com/D/BR

Resumo das principais funções nitrogenadas

A tabela a seguir oferece um resumo das funções orgânicas nitrogenadas vistas neste capítulo.

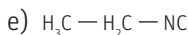
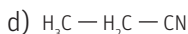
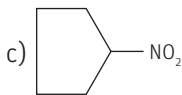
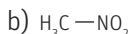
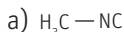
Função	Características do grupo		Nomenclatura oficial
Amina	$-\text{NH}_2$	Substituição de um átomo de hidrogênio da amônia por um grupo orgânico.	nome do grupo + amina ou prefixo + infixo + amina
	$\begin{array}{c} -\text{NH} \\ \\ -\text{N}- \\ \end{array}$	Substituição de dois ou três átomos de hidrogênio da amônia por grupos orgânicos.	simétricas: di- ou tri- + nome do grupo + amina assimétricas: nomes dos grupos + amina ou $N-$ + nome do substituinte + prefixo + infixo + amina
Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{N}- \\ \end{array}$	Carbonila ligada ao átomo de nitrogênio.	prefixo + infixo + amida ou $N-$ + nome do substituinte + prefixo + infixo + amida
Nitrila	$-\text{C}\equiv\text{N}$	Substituição do átomo de hidrogênio do cianeto de hidrogênio por um grupo orgânico.	nome do hidrocarboneto + nitrila
Isonitrila	$-\text{NC}$	Substituição do átomo de hidrogênio do isocianeto de hidrogênio por um grupo orgânico.	isocianeto de + nome do grupo + a
Nitrocomposto	$-\text{NO}_2$	Substituição de átomo(s) de hidrogênio de um hidrocarboneto por grupo(s) $-\text{NO}_2$	nitro + nome do hidrocarboneto

Comparação das temperaturas de fusão e ebulição de aminas e amidas

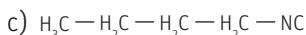
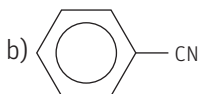
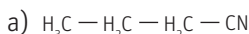
Observe na tabela abaixo que, para compostos de mesma massa molecular, quanto maior a possibilidade de realizar ligações de hidrogênio, maiores serão as temperaturas de fusão e ebulição. Também, com o aumento da cadeia carbônica, cresce a possibilidade de interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido, o que leva a um aumento das temperaturas de fusão e ebulição.

Função orgânica	Nome do composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)	Massa molar (g/mol)
Amina	etanamina	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-81	17	45
	dimetilamina	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$	-92	7	45
	trimetilamina	C_3H_9	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-117	3	59
Amida	metanamida	CH_3NO	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	3	210	45
	etanamida	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	80	222	59

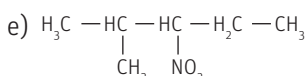
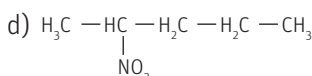
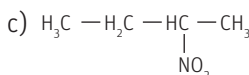
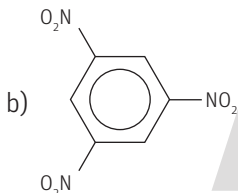
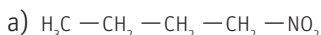
15. Reconheça a que função orgânica pertencem os seguintes compostos.



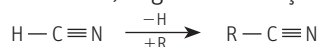
16. Escreva o nome de cada composto a seguir.



17. Escreva o nome dos seguintes compostos.



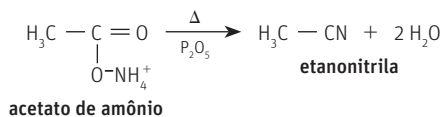
18. A substituição do átomo de hidrogênio da molécula de HCN (cianeto de hidrogênio) por grupo orgânico produz nitrila, segundo a reação:



Utilizando essas informações, mostre, mediante um esquema análogo, a obtenção de $\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{CN}$.

19. Nitrilas são substâncias orgânicas muito tóxicas. As que possuem menos de 15 átomos de carbono são líquidas. Apresentam alta temperatura de fusão e baixíssima solubilidade em água.

Podem ser obtidas por aquecimento de sais de amônio.



a) Qual é o produto da decomposição térmica do butanoato de amônio?

b) Qual é a massa da substância orgânica formada por aquecimento de 21,0 g de butanoato de amônio, admitindo que a reação apresente um rendimento de 50%?

20. Alguns aeromodelos usam como combustível uma mistura de óleo e 15% (em volume) de nitrometano e outros combustíveis convencionais.

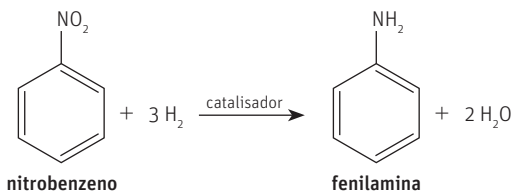


Aeromodelo.

a) Escreva a fórmula molecular do nitrometano.

b) Sabendo-se que na combustão o nitrometano reage com o oxigênio formando dióxido de carbono, vapor de água e dióxido de nitrogênio, equacione a reação envolvida.

21. O nitrobenzeno é um líquido viscoso, tóxico, inflamável e pouco solúvel em água. Tem densidade de $1,2 \text{ g/cm}^3$ a 20°C , temperatura de fusão de 6°C e temperatura de ebulição, ao nível do mar, de aproximadamente 210°C . É um importante intermediário na obtenção de fenilamina (anilina), substância usada na indústria de corantes. Esse processo pode ser representado pela equação:



a) O nitrobenzeno forma com a água uma mistura heterogênea de duas fases. Em qual das fases fica o nitrobenzeno? Justifique sua resposta.

b) Escreva as fórmulas moleculares do nitrobenzeno e da fenilamina.

c) Determine o rendimento da reação, sabendo que a partir de 369 g de nitrobenzeno obteve-se 195,3 g de fenilamina.

Dados: massas atômicas: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{N} = 14$; $\text{O} = 16$.

Atividade experimental

Cravos coloridos

Objetivos

Observar a ação de corantes alimentícios e sua capacidade de tingir células de flores como rosa ou cravo brancos.

Testar possibilidades de composição de cores ao misturar corantes de diferentes tonalidades.

Material

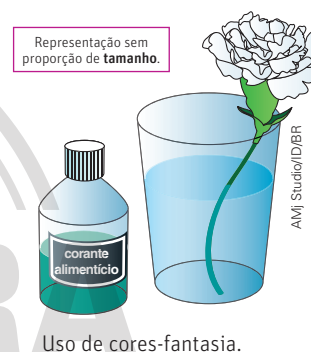
- recipiente largo ou copo de 500 mL
- água
- corante artificial para fins alimentícios, de cores variadas
- 2 cravos brancos
- palitos de sorvete

Procedimento

1. Encha um copo com água e coloque dentro o corante. Com o auxílio de um palito de sorvete, agite a solução até que ela se torne homogênea. A solução deve ser concentrada.
2. Pegue um cravo branco, corte seu talo dentro da água, em sentido transversal, em um comprimento em que a flor fique próxima à borda do copo. Deixe-o no copo, como no esquema ao lado.
3. Espere até que os cravos adquiram a tonalidade do corante que você adicionou na água (aproximadamente 40 minutos).
4. Obtenha novas flores e repita os três procedimentos anteriores, utilizando a cada vez corantes de cores diferentes; em seguida, compare os resultados.
5. Experimente retirar um dos cravos já corados do respectivo copo e colocá-lo em outro copo com solução de corante de cor diferente. Observe a nova tonalidade que a flor irá adquirir.



Adam Hart-Davis/SPL/Latinstock



Equipamentos de segurança

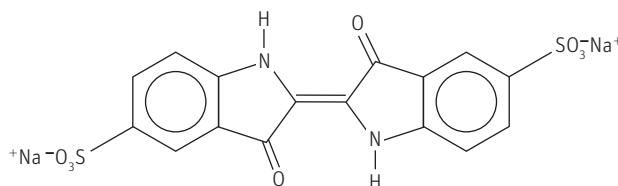
Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.

Resíduos

O descarte sólido pode ser jogado no lixo e o líquido, despejado na pia.

Análise e discuta

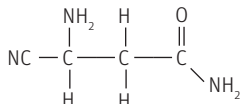
1. A anilina (fenilamina) é usada como matéria-prima para a obtenção de corantes usados na indústria têxtil. Dê a fórmula estrutural da anilina e identifique sua função orgânica.
2. Um corante muito comum em produtos para fins alimentares é a indigotina, de fórmula estrutural mostrada abaixo.



Compare a molécula de indigotina com a da anilina e indique qual função orgânica aparece em ambas.

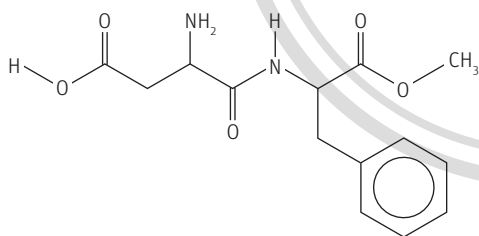
3. Explique a necessidade dos procedimentos adotados durante a preparação da solução do corante alimentício.
4. No experimento realizado, analise com seus colegas como a flor se torna colorida.

22. O calor de combustão apresentado pela gasolina é de 11 100 kcal/kg, enquanto o calor de combustão do TNT (trinitrotolueno) é de 3 600 kcal/kg.
- Calcule a massa de TNT que deve ser queimada para produzir a mesma quantidade de energia liberada pela queima de 1 kg de gasolina.
 - Por que a gasolina não é um explosivo mais potente que o TNT?
23. Uma substância química tem a seguinte fórmula estrutural.



Ela apresenta as funções orgânicas:

- aldeído, cetona e amina.
 - álcool, ácido carboxílico e amida.
 - éter, nitrila e isonitrila.
 - amina, amida e ácido carboxílico.
 - nitrila, amina e amida.
24. Escreva as fórmulas estruturais dos seguintes compostos:
- 3-nitropentano;
 - 4-metilpentanamida;
 - dimetilpropilamina.
25. Fórmula estrutural do aspartame:



[...] Quem utiliza adoçante ou consome bebidas dietéticas já deve ter ouvido falar das polêmicas envolvendo o aspartame. O produto já esteve relacionado a doenças ou distúrbios como enxaquecas, esclerose múltipla, Alzheimer, câncer, linfomas e tumores cerebrais, entre outras.

Essa associação é provocada, principalmente, pelo fato de sua metabolização no corpo humano liberar metanol, um composto químico que possui efeito tóxico e acumulativo no sistema nervoso. [...]

[...] O consumo de aspartame é considerado seguro dentro dos limites estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que é de 40 mg/kg de peso corpóreo/dia. [...] A entidade até disponibilizou em seu site uma seção de “Perguntas Frequentes” (<<http://www.anvisa.gov.br/faqdinamica/asp/usuario.asp?usersecoes=28&userassunto=42>>) e um informe

técnico (<http://www.anvisa.gov.br/ALIMENTOS/informes/17_190106.htm>) sobre o produto.

[...]

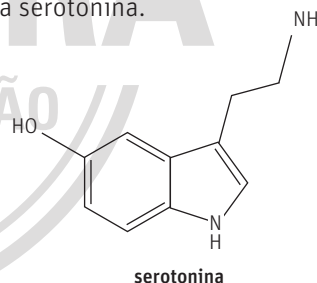
Enquanto a ciência não chega a um consenso sobre a resposta a essa questão, o ideal é aplicar o conceito do consumo consciente à alimentação. Dar preferência a alimentos *in natura* na hora de elaborar o cardápio é uma opção saudável para o indivíduo e para o planeta.

[...]

EQUIPE AKATU. Aspartame: longe de um consenso. *Akatu*, 4 set. 2008. Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/Temas/Consumo-Consciente/Posts/Aspartame-longo-de-um-consenso>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

Com base no texto acima e nos seus conhecimentos de Química, tente responder aos itens abaixo.

- Quais são as funções orgânicas presentes na molécula do aspartame?
 - Admitindo que cada lata de refrigerante *diet* tenha 100 mg de aspartame, quantas latas uma pessoa de 60 kg pode ingerir até atingir o máximo considerado seguro pela Anvisa?
26. O chocolate estimula a produção de um hormônio denominado 2-feniletilamina, precursor da substância serotonina, que, entre outras funções, desempenha o papel de neurotransmissor, provocando sensação de bem-estar. Observe, a seguir, a fórmula da serotonina.

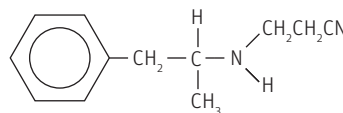


Considere as seguintes afirmativas.

- A serotonina contém apenas o grupo amina.
- Essa substância possui um grupo funcional álcool.
- Ela é considerada uma substância de caráter básico em solução aquosa.
- A serotonina contém os grupos fenol e amina.

São verdadeiras as afirmativas:

- I e II.
 - III e IV.
 - I e IV.
 - II e III.
 - I e III.
27. Observe a seguinte fórmula estrutural.



- Escreva a fórmula molecular desse composto.
- Classifique o grupo funcional amina em primário, secundário ou terciário.

Uso da creatina entre os idosos traz benefícios e reduz a perda muscular

A creatina é um suplemento nutricional que ainda hoje causa muitas dúvidas sobre seu consumo. Parte destas dúvidas e até um certo receio foram causados pelo fato de a creatina ter sido proibida pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) durante um período. Na verdade nunca ficou esclarecida a razão desta proibição, pois na literatura científica nunca existiu estudo que relatasse qualquer risco do seu consumo, desde que se respeitasse a dose recomendada.

[...]

Dentre os vários cientistas que estudaram este suplemento, um professor americano merece destaque. Trata-se do professor Melvin Willians, que para muitos é considerado o “pai da creatina”, em função do grande número de estudos que publicou sobre este suplemento. [...]

Para se ter uma ideia, ele é conhecido nos Estados Unidos como “a lenda” em função do seu currículo como corredor. Nas suas palestras sobre creatina, ele faz questão de enfatizar uma indicação fundamental para este suplemento. Baseado em inúmeros estudos científicos, a creatina é um suplemento de grande valia também para o idoso. A indicação é um consumo diário de 3 gramas, e a recomendação de associar o suplemento com exercícios com pesos.

O benefício da creatina é o de aumentar a síntese de proteínas musculares, o que para o idoso terá um benefício ainda mais importante. Certamente o indivíduo idoso tem na



Ure Grabovskiy/Photocase/Getty Images

A OMS recomenda aos adultos mais velhos a prática de atividade física regular de modo a preservar a saúde.

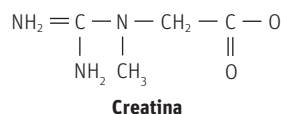
perda de massa muscular o fator mais importante no comprometimento de autonomia, maior risco de quedas e perda de qualidade de vida.

A associação da suplementação de creatina com a prática de exercícios, mesmo que de menor carga, pode proporcionar ao idoso uma importante melhora de capacidade funcional. Torna-se, portanto, necessário desmistificar o receio do consumo deste suplemento, que desde que administrado na dose recomendada e associado à prática de exercícios representa um nutriente capaz de proporcionar benefícios muito importantes.

BARROS, Turibio. Uso da creatina entre os idosos traz benefícios e reduz a perda muscular. *Eu atleta*, 15 out. 2013. Disponível em: <<http://globoesporte.globo.com/eu-atleta/saude/noticia/2013/10/uso-da-creatina-entre-os-idosos-traz-beneficios-e-reduz-perda-muscular.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

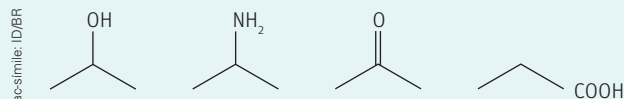
PARA DISCUTIR

1. A fórmula da creatina está representada a seguir. Copie a fórmula no seu caderno e identifique os grupos amina.



2. Segundo dados de 2015 do IBGE, a expectativa de vida ao nascer do brasileiro é de 72,2 anos. Sabendo que essa expectativa de vida pode ser muito maior se aliada à prática de exercícios regular e ao consumo de uma alimentação balanceada, discuta os benefícios da ingestão de suplementos, como a creatina, para a manutenção da qualidade de vida do idoso.
3. Sabendo que a creatina é encontrada em alimentos provenientes de fonte animal, e que 1 kg de filé bovino tem aproximadamente 4 g de creatina, a que outros grupos de pessoas o consumo desse suplemento seria recomendado?

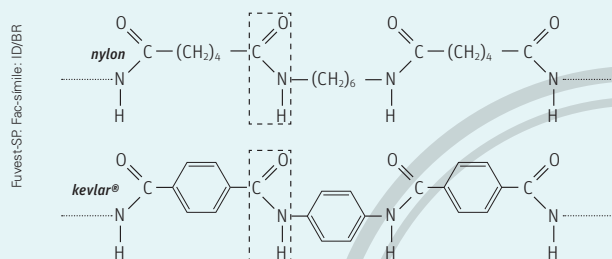
28. (UFMG) Considere as seguintes fórmulas estruturais.



A alternativa que apresenta, respectivamente, os nomes das funções correspondentes a essas fórmulas é:

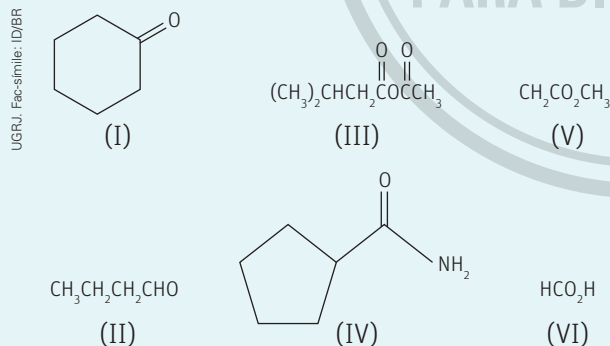
- álcool, amina, aldeído, éster.
- álcool, amina, cetona, ácido carboxílico.
- aldeído, amida, cetona, éster.
- éter, amida, aldeído, ácido carboxílico.

29. (Fuvest-SP) Fragmentos dos polímeros *nylon* e *kevlar* estão representados abaixo.



- Qual é o grupo funcional indicado de átomos comum às substâncias?
- Cite uma substância natural que tenha o mesmo grupo funcional.

30. (UFRJ) Os derivados carbonilados constituem uma das mais importantes classes de compostos na Química Orgânica.



Analisando os compostos acima, a opção que apresenta a classificação **correta** para as funções químicas presentes em cada um deles é:

- I-amida; II-aldeído; III-éster; IV-cetona; V-anidrido; VI-ácido carboxílico.
- I-cetona; II-aldeído; III-anidrido; IV-amida; V-éster; VI-ácido carboxílico.
- I-cetona; II-ácido carboxílico; III-anidrido; IV-amida; V-éster; VI-aldeído.
- I-cetona; II-aldeído; III-anidrido; IV-éster; V-amida; VI-ácido carboxílico.
- I-ácido carboxílico; II-éster; III-anidrido; IV-amida; V-aldeído; VI-cetona.

31. (UFMS-RS) O composto de fórmula molecular C_2H_7ON é uma substância líquida, usada na indústria do couro como agente amaciante, apresentando, em sua estrutura, as seguintes funções:

- Nitrila e ácido carboxílico.
- Cetona e nitrila.
- Álcool e amida.
- Amina e amida.
- Álcool e amina.

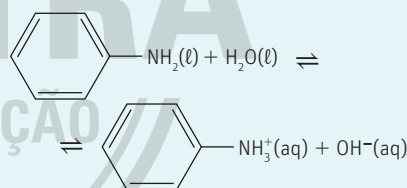
32. (UERJ) Uma indústria fabrica um produto formado pela mistura das quatro aminas de fórmula molecular C_3H_9N .

Com o intuito de separar esses componentes, empregou-se o processo de destilação fracionada, no qual o primeiro componente a ser separado é o de menor ponto de ebulição.

Nesse processo, a primeira amina a ser separada é denominada:

- propilamina
- trimetilamina
- etilmetilamina
- isopropilamina

33. (UFU-MG) A anilina é uma substância líquida, largamente empregada na indústria química para a fabricação de corantes, medicamentos, explosivos, etc. Ela dissolve-se parcialmente em água, de acordo com o seguinte equilíbrio.



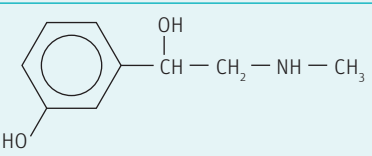
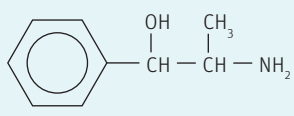
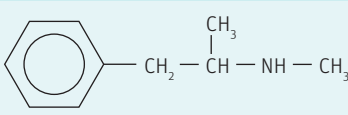
Com base nesse equilíbrio, pode-se afirmar que a solubilidade da anilina em água será maior quando:

- o pH da solução for menor que 5.
- o pOH da solução for menor que 6.
- o pOH da solução for igual a 7.
- se adiciona amônia (NH_3) à solução.

34. (Cesgranrio-RJ) No início de 1993, os jornais noticiaram que, quando uma pessoa se apaixona, o organismo sintetiza uma substância – etilfenilamina, responsável pela excitação característica daquele estado. A classificação e o caráter químico desta amina são, respectivamente,

- amina primária – ácido.
- amina primária – básico.
- amina secundária – neutro.
- amina secundária – ácido.
- amina secundária – básico.

35. (Fatec-SP) As três substâncias indicadas a seguir são usadas em remédios para gripe, devido a sua ação como descongestionantes nasais.

Fatec-SP. Fac-símile: ID/BR		Neosinefrina
		Propadrina
		Bazedrex

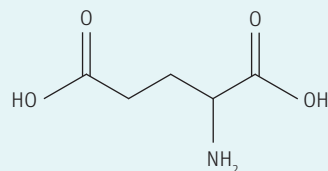
Essas três substâncias apresentam em comum, em suas estruturas, o grupo funcional:

- a) benzeno.
- b) fenol.
- c) álcool.
- d) amida.
- e) amina.

36. (UPF-RS) Aminas e amidas são funções orgânicas nitrogenadas muito importantes, sendo suas substâncias comumente encontradas em muitos organismos vivos, com propriedades peculiares. No caso das aminas destacam-se a dopamina e a serotonina, responsáveis por informações químicas do sistema nervoso; por sua vez, as amidas, como a ureia e o ácido úrico, são matérias-primas bastante utilizadas em laboratórios químicos e farmacêuticos para a produção de outros materiais. A respeito destes grupos de compostos orgânicos assinale a alternativa que apresenta uma afirmativa **incorreta**.

- a) Aminas com até 5 átomos de carbono na molécula, inclusive as terciárias, são compostos orgânicos insolúveis em água devido à existência de carbonos tetraédricos em sua estrutura, o que torna estas moléculas polares.
- b) Uma amina primária apresenta apenas um átomo de hidrogênio substituído; secundária é aquela que apresenta dois átomos de hidrogênio substituídos, e uma amina terciária, três átomos de hidrogênio substituídos.
- c) Amidas mais simples são solúveis em água e pouco solúveis em solventes apolares como o *n*-hexano.
- d) Aminas são compostos orgânicos derivados da amônia e, como o átomo de nitrogênio pode ceder um par de elétrons, as aminas possuem caráter básico.
- e) As amidas são todos os compostos orgânicos que apresentam um átomo de nitrogênio ligado diretamente a um grupo carbonila.

37. (Uespi) O ácido glutâmico é um dos aminoácidos codificados pelo código genético, sendo, portanto, um dos componentes das proteínas dos seres vivos. É um aminoácido não essencial. Sabendo que sua fórmula estrutural é

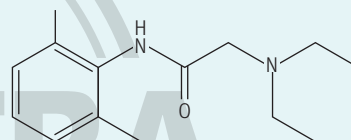


Uespi. Fac-símile: ID/BR

assinale a alternativa que apresenta o nome do ácido glutâmico de acordo com a nomenclatura Iupac.

- a) ácido 2-aminopentanodioico
- b) ácido 4-aminopentanodioico
- c) ácido 2-aminopropanodioico
- d) ácido 4-aminopropanoico
- e) 2-aminoácido propanoico

38. (Cesgranrio-RJ) Um estudo recente concluiu que adicionar lidocaína a 1% à injeção de radiocoloide usado em mapeamento do linfonodo sentinela, em pacientes com câncer de mama precoce, melhora significativamente o conforto da paciente durante o procedimento. A fórmula estrutural da lidocaína é apresentada a seguir.

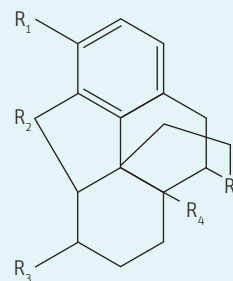


Cesgranrio-RJ. Fac-símile: ID/BR

Analisando a estrutura molecular da lidocaína, quanto às suas características e propriedades, conclui-se que:

- a) a lidocaína apresenta fórmula molecular $C_{14}H_{25}N_2O$.
- b) a molécula possui 2 carbonos terciários, 4 secundários e 8 primários.
- c) a molécula possui um grupamento benzênico que é hidrofílico.
- d) a cadeia intermediária da molécula separa espacialmente suas duas extremidades e pode ser classificada como uma amida.
- e) um grupamento amina secundária caracteriza uma das extremidades da molécula.

39. (UFG-GO) A estrutura a seguir representa o esqueleto básico de um analgésico opioide.



UFG-GO. Fac-símile: ID/BR

Substituindo os grupos R_1 a R_5 pelos átomos e pelas ligações adequadas nessa estrutura, desenhe uma molécula que contenha, respectivamente, as funções fenol, éter, cetona, álcool e amina terciária.

40. (UDESC) Os aminoácidos são indispensáveis ao bom funcionamento do organismo humano. Dentre os essenciais, destacam-se leucina, valina, isoleucina, lisina, fenilalanina, metionina e triptofano, cujas principais fontes são as carnes, o leite e o ovo. Já entre os não essenciais, que podem ser sintetizados a partir dos alimentos ingeridos, destacam-se alanina, asparagina, cisteína, glicina, glutamina, hidroxilisina, tirosina, dentre outros.

Escreva a fórmula estrutural dos aminoácidos citados a seguir.

- Leucina: Ácido 2-amino-4-metil-pentanoico.
- Tirosina: Ácido 2-amino-3-(*p*-hidroxifenil) propanoico.
- Glicina: Ácido 2-amino-etanoico.
- d*- Fenilalanina: Ácido 2-amino-3-fenil-propanoico.

41. (UFU-MG) Considere o enunciado a seguir.

Maresia é o cheiro do mar proveniente de odores carregados de aminas, que são exalados pelos animais marinhos.

Acerca das aminas, é **incorreto** afirmar que:

- a ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, principal fonte de excreção dos resíduos nitrogenados em peixes de água salgada, é um exemplo de amina secundária.
- a substância responsável pelo cheiro de peixe podre é a trimetilamina, cuja solubilidade em água é maior do que a trietilamina.
- após lidar com peixe, recomenda-se às pessoas lavarem as mãos com limão ou vinagre que, por conterem ácidos, estes reagem com a amina, cujo caráter é básico.
- as poliaminas são moléculas que apresentam dois ou mais átomos de nitrogênio.

42. (UFSCar-SP) A metilamina é um produto gasoso formado na decomposição da carne de peixe, responsável pelo odor característico que impregna as mãos de quem trabalha com peixe. A prática mostra que é mais fácil remover o odor de peixe das mãos esfregando-as primeiro com suco de limão ou vinagre, e depois lavando com água pura, do que diretamente com água e sabão. Com base nestas informações, considere o seguinte texto sobre a metilamina.

A metilamina é um gás bastante solúvel em água. Tem propriedades **ácida**, por conter na molécula o grupo amina. Reage com **ácido**, produzindo o sal $\text{CH}_3\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$. Esse sal, quando puro e dissolvido em água, por hidrólise, forma uma solução de caráter **ácido**.

O texto é completado de forma **correta**, respectivamente, por:

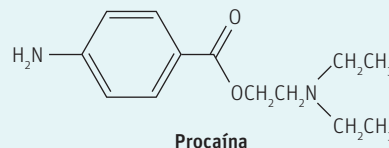
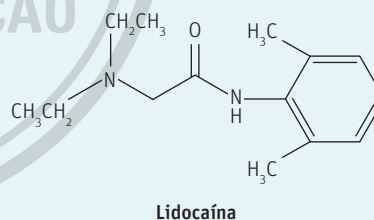
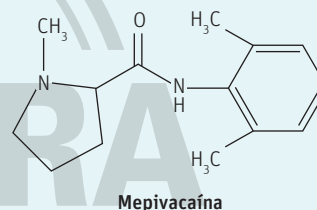
- básicas ... HCl ... ácido.
- básicas ... NaHCO_3 ... ácido.

- ácidas ... NaOH ... neutro.
- ácidas ... HCl ... básico.
- básicas ... NaOH ... neutro.

43. (PUC-RJ) Uma amina secundária é:

- um composto orgânico com um grupo ($-\text{NH}_2$) no átomo de C na posição 2 de uma cadeia.
- um composto orgânico com dois grupos ($-\text{NH}_2$) na cadeia principal.
- um composto orgânico com dois átomos de carbono e um grupo ($-\text{NH}_2$) na cadeia principal.
- um composto orgânico, no qual dois átomos de hidrogênio do NH_3 foram substituídos por radicais alquila ou arila.
- um composto orgânico com um grupo ($-\text{NH}_2$) e um grupo ($-\text{COOH}$).

44. (PUC-MG) A seguir estão representadas as estruturas de três substâncias usadas como anestésicos locais. Assinale o grupo funcional comum a todas elas.



- amida
- éster
- amina
- fenol

45. (ITA-SP) A nitroglicerina, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3(\ell)$, é um óleo denso que detona se aquecido a 218°C ou quando é submetido a um choque mecânico. Escreva a equação que representa a reação química do processo, sabendo que a reação de decomposição é completa, e explique por que a molécula é explosiva.

Luz e moléculas orgânicas

Desde a Grécia Antiga, muitos estudiosos da natureza buscaram interpretar e explicar a constituição da luz solar e os diferentes fenômenos ópticos, como a reflexão e a refração.

Um dos fenômenos que intrigava os estudiosos ocorria quando um feixe de luz solar incidia em um prisma e, ao atravessá-lo, produzia feixes de diferentes cores, como os observados em um arco-íris.

Observe, na imagem ao lado, que o feixe de luz muda de direção ao atravessar o prisma – fenômeno conhecido como refração. Note que há feixes de diferentes cores, cada um deles com desvios diferentes.

A primeira ideia que Newton e outros estudiosos do século XVII tinham desse fenômeno era a de que a luz solar era transformada pelo prisma em uma série de cores.

Hoje, no entanto, é de conhecimento de cientistas e de estudantes de Ciências que a luz solar (ou branca) é formada por várias cores, as quais são separadas pelo prisma. Para chegar a essa conclusão, Newton precisou realizar outros experimentos e definir um novo conceito de cor. A luz composta poderia ser decomposta em outros feixes, o que não ocorria com uma luz simples – também chamada de luz primária. Ele fez novos experimentos e, em um deles, incidiu a luz solar em um prisma, separando, com um anteparo, uma das cores – por exemplo, a vermelha. Este feixe separado foi direcionado a um segundo prisma. O cientista percebeu que o segundo prisma não alterava a cor desse feixe, ou seja, a luz vermelha que atravessava o prisma continuava vermelha. Esse experimento colaborou para comprovar que a luz branca era composta e, a vermelha, uma luz simples.

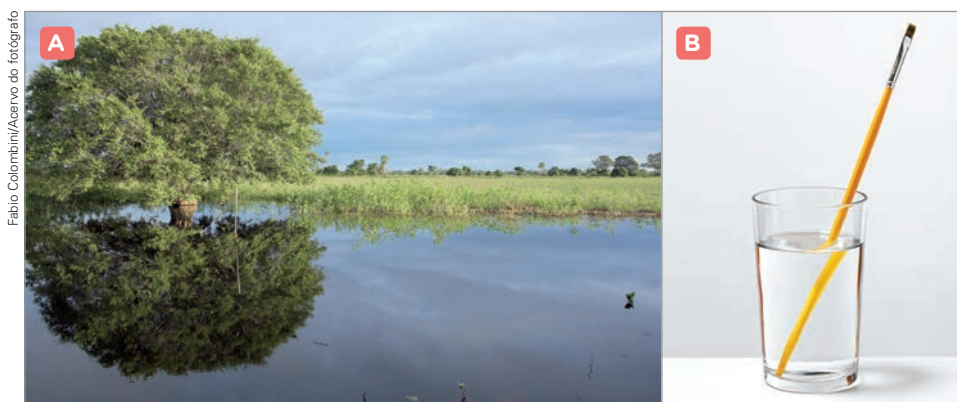
Além desse experimento, Newton realizou outros, como um em que incidia em um prisma um feixe de luz formado por duas ou mais cores não brancas. Como resultado, ele observou a separação das cores desse feixe.

Interação da luz com materiais e substâncias orgânicas

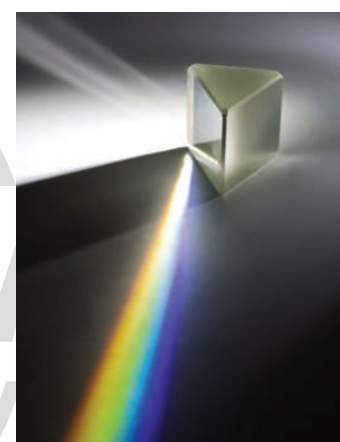
De acordo com a teoria de Newton, corpos coloridos não possuem cor própria – eles filtram a luz que recebem, ou seja, esses corpos absorvem uma parte das cores e refletem outra parte, que é captada pelos nossos olhos.

Se um objeto reflete a cor vermelha ao ser iluminado com luz branca, significa que ele absorveu as outras cores contidas na luz branca, exceto a vermelha. O que ocorre com esse objeto, se ele for iluminado com luz azul?

Como a cor da luz refletida determina a cor do objeto, se neste objeto vermelho incidir luz azul, ele será visto em preto, por causa da absorção da luz azul e da ausência de reflexão de outras cores. Se o iluminarmos com luz vermelha, ele será visto em vermelho. Quando um objeto possui cor preta ao ser iluminado com luz branca, significa que ele absorveu todas as cores incidentes, enquanto um de cor branca refletiu todas elas.



Exemplos de fenômenos ópticos. Reflexão da paisagem na superfície da água (A) – lago de Barreirinhas (MA) em 2010. Refração do objeto mergulhado parcialmente na água (B).



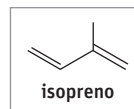
A luz branca incide no prisma e produz feixes de diferentes cores.



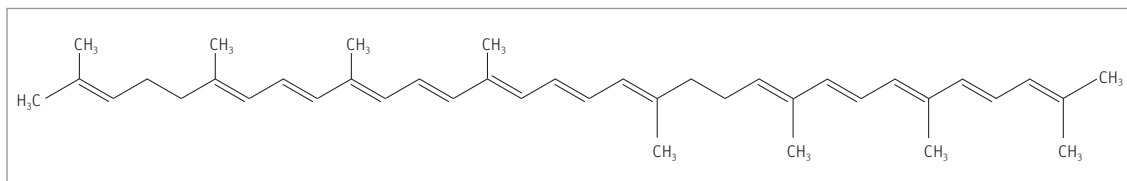
Carro de brinquedo sendo iluminado por luz branca (A), luz vermelha (B) e luz azul (C).

Por que algumas substâncias orgânicas são coloridas e outras não?

A resposta está nas estruturas. O isopreno, por exemplo, é incolor, ou seja, as moléculas que o constituem não absorvem nem refletem as cores que compõem a luz branca.



Quando uma molécula orgânica possui várias duplas-ligações conjugadas, os elétrons dessas ligações se movimentam com a mesma energia que algumas frequências que compõem a luz branca. As cores que possuem a mesma energia são absorvidas pela substância, enquanto as outras são refletidas. Essa luz refletida é captada pelos nossos olhos e, dessa forma, reconhecemos a cor (ou as cores) de determinada substância.

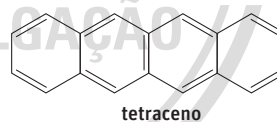
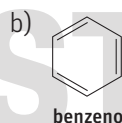
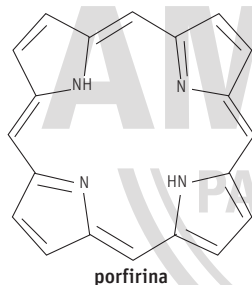
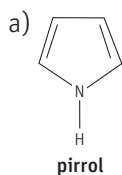


O tomate e o interior da melancia são ricos em licopeno, representado acima, que absorve todas as cores da luz branca, com exceção da vermelha. É por essa razão que se observa a cor vermelha nesses frutos.

Fontes de pesquisa: SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/05.pdf>>; Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC). Disponível em: <<http://fisica.cdcc.usp.br>>. Acessos em: 14 abr. 2016; NEWTON, I. *Opticks: Or a Treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*. 4. ed. London: printed for William Innyes at the Weft-End of St. Paul's, 1730. p. 106-166.

ATIVIDADES

1. Com base no texto e nas fórmulas a seguir, indique qual das duas substâncias, em cada item, é incolor.



2. O trecho a seguir se refere a uma hipótese sobre o que poderia acontecer ao combinar duas ou mais cores simples.

[...] vamos comparar a mistura de luzes puras com a mistura de substâncias químicas puras. Em alguns casos, podemos misturar duas substâncias puras e depois separá-las por processos físicos (destilação, ou outro processo). No entanto, em outros casos, a união de duas substâncias puras pode resultar em uma terceira substância, que não pode ser decomposta por processos físicos. Poderia acontecer com a luz algo semelhante, isto é, a combinação de cores poderia não ser separável por um prisma.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/05.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2013.

De acordo com a comparação do texto, se a mistura de duas substâncias resultasse em uma nova substância, esta não poderia ser decomposta, pelos métodos de separação de misturas, nas substâncias que a originaram. O que seria observado se, segundo essa comparação, a combinação de duas cores simples resultasse em uma cor simples e um feixe formado por ela incidisse em um prisma?

3. Um grupo de estudantes realizou uma atividade experimental envolvendo incidência de luzes de diferentes cores em diferentes objetos. Considerando a bandeira do Brasil, representada ao lado, escreva em seu caderno como ela seria observada, se fosse iluminada com luz azul.



Alexander Zavadsky/Shutterstock.com/ID/BR

Funções halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Haleto orgânicos.

Ácidos sulfônicos, tiocompostos e compostos organometálicos.



Andrew Safonov/Stock/Getty Images

A composição de certas moléculas orgânicas está diretamente relacionada ao efeito que elas causam nos organismos vivos, como é o caso da penicilina, capaz de matar bactérias.

Muitas descobertas científicas ocorrem acidentalmente. No caso do primeiro antibiótico, a penicilina, o médico e bacteriologista escocês Alexander Fleming, em 1928, notou que um bolor acabou com algumas culturas de bactérias que esqueceram em seu laboratório durante as férias. Ao desvendar o que havia ocorrido, ele e seu colega, Dr. Pryce, demonstraram que o fungo que atacou suas colônias produzia uma substância bactericida, batizada de penicilina.

Poucos anos depois, o microbiologista alemão Gerhard Domagk, encontrou uma segunda substância promissora, com capacidade de eliminar infecções. O prontossil, utilizado como corante em tintas na época, salvou uma ninhada de ratos de uma violenta infecção estreptocócica. Posteriormente, foi identificado que a molécula de prontossil era decomposta em duas substâncias dentro dos organismos doentes, sendo uma delas a responsável pela atividade antibacteriana.

As semelhanças do prontossil e da penicilina não estão só nas suas propriedades, mas também em suas estruturas. Ambas são moléculas orgânicas que contêm um átomo de enxofre, o que era estranho, pois na sua grande maioria, as moléculas orgânicas apresentavam átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e/ou nitrogênio.

A introdução de átomos não tão comuns aos compostos orgânicos aumentou ainda mais a imprevisibilidade das propriedades das substâncias. Pouco comuns na natureza, as moléculas orgânicas com átomos de cloro, bromo, flúor ou enxofre estão presentes em medicamentos e pesticidas, por exemplo. Esse capítulo é dedicado a essas funções.

Haleto orgânico

Haleto orgânico são compostos derivados de um hidrocarboneto pela troca de um ou mais átomos de hidrogênio pelo mesmo número de átomos de halogênio.

Os haleto orgânico são representados pela fórmula geral $R - X$, em que R é um grupo orgânico.

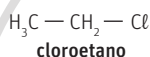
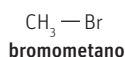
Poucos haleto orgânico são encontrados na natureza; todavia, eles podem ser facilmente preparados em laboratórios por reações, em condições apropriadas, de hidrocarbonetos com halogênios.

Nomenclatura dos haleto orgânico

Os compostos halogenados podem ser designados por anteposição dos prefixos **fluoro**, **cloro**, **bromo** ou **iodo** ao nome do hidrocarboneto que teve um ou mais átomos de hidrogênio substituídos por átomo(s) de halogênio.

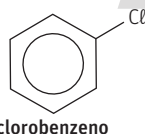
nome do halogênio + nome do hidrocarboneto

Exemplos



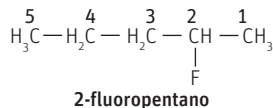
Quando um átomo de halogênio está ligado a um átomo de carbono de um anel aromático, têm-se os **haleto de arila**.

Exemplos



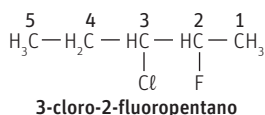
Nos casos em que houver mais de uma possibilidade para a posição do halogênio, deve-se numerar a cadeia principal, começando pela extremidade mais próxima do halogênio.

Exemplo



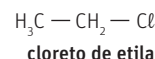
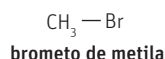
Quando a cadeia carbônica apresenta mais de um átomo de halogênio ligado a ela, deve-se numerar a cadeia principal de modo a adotar os menores números possíveis e escrever o nome da molécula, indicando os átomos de halogênio em ordem alfabética.

Exemplo



Outra forma de designar os haleto orgânico é pelos nomes fluoreto, cloreto, brometo ou iodeto, em uma palavra separada, a preposição **de** e o prefixo do grupo orgânico + a terminação **ila**. Observe os exemplos a seguir.

Exemplos

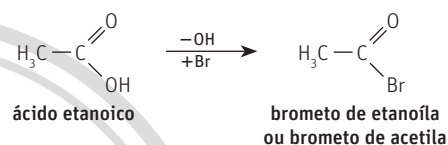


Os **haleto de acila** ou haleto ácido são compostos derivados de ácidos carboxílicos, pela substituição do grupo $-\text{OH}$ por um halogênio. São pouco solúveis em água e solúveis em etanol. Eles são usados, em laboratório, como intermediários para a obtenção de ácidos carboxílicos, ésteres e anidridos orgânico.

A nomenclatura desses compostos é feita como mostra o esquema abaixo:

nome do haleto + nome do hidrocarboneto + **ila**

Exemplo



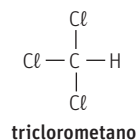
Os haleto de acila de baixa massa molecular são voláteis. O cloreto de etanoila, por exemplo, tem temperatura de ebulição 51°C ao nível do mar.

Haleto orgânico na história

A seguir são apresentados exemplos de alguns compostos halogenados que tiveram grande importância social e que atualmente têm seu uso proibido ou restrito apenas a laboratórios.

Clorofórmio

Clorofórmio é o nome usual do triclorometano, um haleto orgânico de fórmula molecular CHCl_3 e com a seguinte fórmula estrutural.



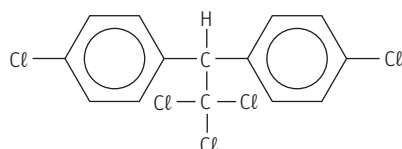
Atualmente, o clorofórmio tem uso muito restrito, principalmente como solvente orgânico em laboratórios, mas ele já foi empregado na Medicina (veja o box *Química tem história*, na página seguinte).

Alguns materiais usados ilegalmente contêm clorofórmio e são mais conhecidos pelas designações populares “loló” e “lança-perfume”. A inalação de clorofórmio pode causar euforia, agressividade, confusão, visão embaçada, perda de autocontrole, alucinação e até inconsciência, convulsões e morte.

O clorofórmio produz dependência e provoca irritação na pele, nos olhos e no trato respiratório. Atinge o sistema nervoso central, os rins, o sistema cardiovascular e o fígado. Pode causar câncer, dependendo da intensidade da exposição e do período de sua duração.

DDT

O DDT, também conhecido como diclorofeniltricloroetano, é o mais conhecido dentre os inseticidas do grupo dos organoclorados. Ele foi sintetizado pela primeira vez em 1874, mas foi apenas em 1939 que o químico suíço Paul Müller descobriu suas propriedades inseticidas. Por essa descoberta, ele recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, em 1948.



diclorodifeniltricloroetano

Seu primeiro uso foi durante a Segunda Guerra Mundial, no controle de insetos transmissores da malária, do tifo e da febre amarela. Posteriormente foi usado na agricultura, no Brasil e no mundo, devido a seu baixo custo e alta eficiência. Entretanto, descobriu-se que o DDT apresenta toxicidade muito elevada e se acumula na cadeia alimentar. Devido a esse efeito cumulativo, o DDT teve seu uso proibido em muitos países, entre os quais o Brasil.

CFC

CFC é a sigla para **clorofluorcarboneto**, uma classe de haletos orgânicos que contêm cloro e flúor em sua estrutura química.

As duas composições mais comuns desses haletos são os freons triclorofluorometano e o diclorodifluorometano (freon-12).



triclorofluorometano

diclorodifluorometano

Esses compostos foram utilizados por muitos anos como propelentes de aerossóis, como líquidos refrigerantes em geladeiras e aparelhos de ar condicionado e na fabricação de espumas. Muitos deles tiveram o uso restringido por serem um dos principais causadores do buraco na camada de ozônio.

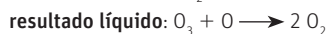
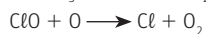
A boa notícia é que a redução da produção dos CFCs está dando resultado: o buraco na camada de ozônio diminuiu após a conscientização internacional para reduzir o uso dos CFCs.

SAIBA MAIS

Como o ozônio é destruído por CFCs

Os CFCs [...], ao atingirem altitudes superiores à da camada de ozônio (entre 15 e 30 km, dependendo da latitude), são decompostos (fotolizados) pela radiação ultravioleta, liberando átomos de cloro [...].

Então, os átomos de cloro liberados podem participar em ciclos de reações catalíticas que destroem ozônio, como, por exemplo:



Como nesse ciclo o átomo de cloro inicial ataca o ozônio é regenerado, ele pode destruir centenas de milhares de moléculas de ozônio [...]. Esse ciclo do

monóxido de cloro só pode ocorrer em grandes altitudes, onde existe uma quantidade suficiente de átomos isolados de oxigênio para permitir que a segunda reação do ciclo ocorra. [...].

Já a dramática destruição sazonal de ozônio austral, conhecida como buraco de ozônio da Antártida, ocorre numa época do ano e num local onde praticamente não existem átomos isolados de oxigênio. Nesse caso, o ciclo predominante de destruição envolve a regeneração dos átomos de cloro pela reação de monóxido de cloro consigo próprio [...].

ROCHA-FILHO, R. C. Camada de ozônio dá Nobel. *Revista Química Nova na Escola*, n. 2, nov. 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/atual1.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

A Química na Medicina

O advento da anestesia inaugurou uma nova era na Medicina, permitindo que as cirurgias e outros procedimentos invasivos passassem a ser realizados sem dor e sem pressa, o que garantiu melhores prognósticos. [...]

[Em 1846] O dentista William Thomas Green Morton anestesiou um jovem paciente com éter [dietílico] para o cirurgião John Collins Warren retirar um tumor do pescoço do rapaz. Para isso foi utilizado um aparelho inalador idealizado pelo dentista. A partir de 1847, o éter começou a ser substituído pelo clorofórmio, introduzido como anestésico na Inglaterra por James Simpson. [...]

Desde essas primeiras experiências, a evolução da anestesiologia não parou; paulatinamente novos anestésicos foram descobertos e introduzidos na prática médica. Atualmente é realizada por aparelhos e drogas sofisticadas. A anestesiologia é hoje uma especialidade médica imprescindível no âmbito hospitalar. [...]

PARSLOE, C. P.; GERETTO, P. Anestesiologia na história. *Cremsp*, ed. 203, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.cremesp.org.br/?siteAcao=Jornal&id=381>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

1. Analisando os dados da tabela abaixo, comente como varia a temperatura de ebulição (TE) dos haletos orgânicos.

Substância	Massa molar (g · mol ⁻¹)	TE (°C)
fluoroetano	48	-37,7
cloroetano	65,5	12,3
bromoetano	109	38,5
1,2-difluoroetano	66	26
1,2-dicloroetano	99	83,5
1,2-1,6-dibromoetano	188	131,6

Resolução

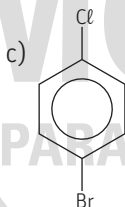
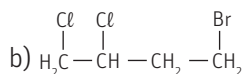
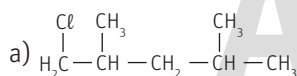
Observa-se que a temperatura de ebulição altera-se em função de duas variáveis.

- Quantidade de átomos de halogênio: quanto maior o número de átomos de halogênio, maior é a temperatura de ebulição.
- Massa atômica do átomo de halogênio: quanto maior a massa atômica do halogênio – para substâncias contendo a mesma cadeia carbônica –, maior é a temperatura de ebulição.

2. Escreva a fórmula estrutural de cada um dos seguintes compostos.

- cloreto de vinila
- 4-metilbromobenzeno
- 1-iodo-2,2-dimetilpentano

3. Dê o nome dos seguintes haletos orgânicos.



4. Dê a fórmula molecular de um haleto orgânico com o menor número de átomos de carbono possível que tenha isomeria geométrica.

Com base no texto a seguir, responda às duas próximas questões.

[...] Um projeto iniciado no Rio Grande do Sul pretende reduzir a quantidade de agrotóxicos aplicada nas lavouras convencionais, oferecendo uma alternativa mais barata a quem não consegue encher a geladeira com orgânicos, mas quer uma alimentação mais saudável. Sob a orientação da Embrapa, centro de pesquisa agrícola do governo, os agricultores aderem voluntariamente a um programa de manejo de pragas sem o uso indiscriminado de defensivos agrícolas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde dos roceiros. [...] Os produtos desse sistema de plantio serão identificados pela sigla PIN (de Produção Integrada) e por um selo do Inmetro (a seguir, uma lista de produtos e os riscos específicos que o uso de agrotóxicos em seu cultivo acarreta para o consumidor).

1. TOMATE

O tomateiro adoece facilmente. Daí o uso intensivo de defensivos químicos no cultivo de larga escala e a alta dose de resíduos tóxicos. O orgânico e o tipo cereja são mais resistentes a pragas e levam menos agrotóxicos.

2. CENOURA

[...] A maior parte do agrotóxico fica na casca. Descascar a cenoura a livra de 90% dos resíduos – mas também de nutrientes importantes.

3. ALFACE

[...] A Anvisa achou resíduos químicos indevidos em 28,68% das amostras de alface – daí a vantagem da versão orgânica.

4. MORANGO

[...] Um morangueiro pode receber 45 pulverizações até a colheita. Na análise da Anvisa, 37,68% das amostras tinham resíduos inadequados.

5. MAÇÃ

Os pesticidas aplicados à macieira podem atravessar a casca fina e chegar à polpa da fruta. As maçãs do Sistema de Produção Integrada, com a marca PIN, têm 25% menos pesticidas que as convencionais.

6. GOIABA

Ainda mais sujeita ao ataque de pragas do que as demais frutas. A versão orgânica é rara e pode conter larvas. O sistema de Produção Integrada ainda estuda um projeto-piloto para a fruta. [...]

MONTEIRO, Beatriz. Como se livrar dos agrotóxicos em sua mesa. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EDR79457-7508,00.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

- Na sua opinião, por que os agricultores se veem impedidos a usar agrotóxicos?
- Analise que providências podem ser tomadas para que as pessoas minimizem a ingestão de agrotóxicos sem deixar de consumir frutas e legumes.

Ácidos sulfônicos, tiocompostos e compostos organometálicos

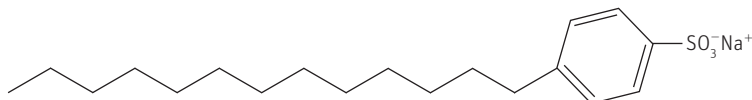
Ácidos sulfônicos

Os compostos que apresentam o grupo $-\text{SO}_3\text{H}$ em sua estrutura molecular pertencem à classe funcional do ácido sulfônico.

Grupo funcional



Uma das aplicações mais importantes dos ácidos sulfônicos é a obtenção de sais de ácido sulfônico, que atuam como detergentes. O *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio é um exemplo:

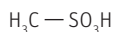


Nomenclatura dos ácidos sulfônicos

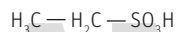
A nomenclatura dos ácidos sulfônicos é feita considerando-se o grupo $-\text{SO}_3\text{H}$ como substituto de um átomo de hidrogênio do hidrocarboneto de origem.

ácido + nome do hidrocarboneto + sulfônico

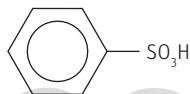
Exemplos



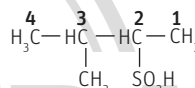
ácido metanossulfônico



ácido etanossulfônico



ácido benzenossulfônico
(Neste caso, o nome da molécula deriva do benzeno.)



ácido 3-metilbutano-2-sulfônico
(Repare que a numeração da cadeia principal parte da extremidade mais próxima do grupo $-\text{SO}_3\text{H}$.)

AÇÃO E CIDADANIA

Detergentes

A ação de limpeza da água melhora bastante com a adição de detergentes. Essas substâncias apresentam um comportamento dualístico em água, em virtude de sua estrutura. São genericamente cadeias hidrocarbônicas longas, em cuja extremidade encontra-se um grupo catiônico, aniônico, anfotérico ou simplesmente um grupo polar. Nesse grupo, a “cabeça” é hidrofílica, enquanto o restante da cadeia, a “cauda”, apolar, repele a água e interage bem com materiais oleosos. Tal caráter anfifílico [molécula cuja estrutura possui uma parte solúvel em água e outra parte solúvel em lipídios] permite aos detergentes remover sujeiras que a água sozinha não removeria.

Para a limpeza do corpo e de roupas, têm sido mais utilizados os detergentes com carga negativa, como é o caso do sabão, cuja fabricação envolve um dos processos químicos mais antigos conhecidos. [...]

[...] Os sabões apresentam, porém, o inconveniente de não atuar bem em meios ácidos e em águas duras. Em meio ácido, formam o ácido graxo, insolúvel em água, enquanto as águas duras contêm íons de cálcio, magnésio e ferro que formam precipitados com os ânions carboxilatos dos sabões [...].

[...]

Fosfatos inorgânicos condensados são adicionados aos detergentes em pó, com o objetivo de [...] [melhorar] a ação de limpeza. Detergentes comerciais típicos da década de [19]50, por exemplo, continham cerca de 40% de tripolifosfato de sódio ou uma mistura deste com pirofosfato de sódio.

Com o passar do tempo, a utilização crescente desses produtos de limpeza aliada à aplicação não criteriosa de fertilizantes fosfatados nas lavouras levou ao surgimento de problemas ambientais de poluição de águas. Os fosfatos não atuam como materiais tóxicos no meio ambiente, mas sim como nutrientes. Em águas naturais estagnadas, o resultado é o crescimento excessivo de algas, que pode provocar a eutrofização do manancial.

Sob a pressão dos ambientalistas, surgiram legislações restringindo a adição de fosfatos em detergentes em diversas regiões do mundo. Um substituto conveniente e bastante recomendado são as zeólitas [...].


No Brasil, uma consulta às embalagens de detergentes em pó, nos supermercados, esclarece que poucas marcas contêm zeólitas, mas quase todas utilizam fosfatos. [...]

OSORIO, V. K. L.; OLIVEIRA, W. de. Polifosfatos em detergentes em pó comerciais. Revista *Química Nova*. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422001000500019&script=sci_arttext>. Acesso em: 11 abr. 2016.

Tiocompostos

Os **tiocompostos** pertencem a uma classe de substâncias que possuem um ou mais átomos de enxofre em sua estrutura. O termo **tio** vem do grego *theion*, “enxofre”. Portanto, tiocomposto significa, literalmente, **composto de enxofre**.

Os tiocompostos mais conhecidos são: **tióis**, **tioéteres**, **tiocetonas** e **tiofenóis**. Observe a tabela abaixo, que descreve as características de cada função orgânica.

Função	Características do grupo
Tióis	—SH
Tioéteres	$R-S-R'$ em que R e R' são grupos orgânicos
Tiocetonas	$\begin{array}{c} S \\ \\ R-C-R' \end{array}$ em que R e R' são grupos orgânicos
Tiofenóis	

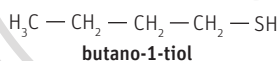
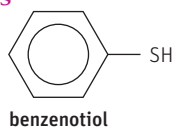
Nesta obra será apresentada somente a nomenclatura dos tióis.

Nomenclatura dos tióis

A nomenclatura dos tióis é feita considerando-se o grupo —SH como substituto de um átomo de hidrogênio do hidrocarboneto de origem.

nome do hidrocarboneto + tiol

Exemplos



Os tióis são substâncias com odor muito forte. O butano-1-tiol, por exemplo, é adicionado ao gás dos botijões de cozinha para indicar vazamentos.

Os tióis também são conhecidos como mercaptanas (do latim *mercurium captans*, “capturador de mercúrio”), justamente por reagirem com mercúrio e com íons de outros metais pesados formando precipitados.

SAIBA MAIS

O cheiro dos cangambás

O fedor vem da secreção de duas glândulas que o animal possui [...] [abaixo da cauda]. O líquido liberado é [...] chamado butilmercaptana e essas glândulas [...] só entram em ação quando o gambá está irritado ou se sente ameaçado. Trata-se de uma excelente arma de defesa, que consegue manter à distância a maioria dos predadores. “Quando está no cio, a fêmea também exala o mesmo odor. Fora isso, eles normalmente não apresentam esse cheiro insuportável”, diz a bióloga Fátima Viveiros Valente [...]. A maioria [...] avisa ao inimigo que é melhor ele cair fora batendo a pata no chão ou ficando em pé sobre as patas traseiras, antes de se virar para trás e soltar um esguicho da fétida secreção amarelada que alcança quase 4 metros. Mas o mais incrível é que essa substância é usada pela indústria de perfumes!

Por que os gambás têm mau cheiro? *Mundo Estranho*. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/por-que-os-gambas-tem-mau-cheiro>>. Acesso em: 11 abr. 2016.



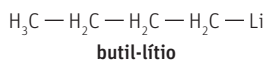
Jaritaca ou cangambá, no Parque Nacional das Emas (GO), s. d.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Compostos organometálicos

São compostos orgânicos que possuem ao menos um átomo de carbono ligado a um átomo de um metal (**Me**), como o magnésio, o zinco, o lítio, o potássio, o chumbo ou o mercúrio. Devido à eletropositividade do metal, a ligação carbono-metal tem um caráter iônico considerável.

Exemplo



O composto químico butil-lítio é amplamente utilizado como iniciador de polimerização para a produção de elastômeros (certos materiais com propriedades elásticas), como o polibutadieno.

Nomenclatura dos compostos organometálicos

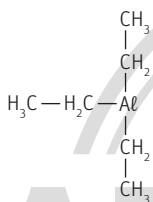
Basicamente, os compostos organometálicos têm seus nomes formados pelo nome do grupo orgânico mais o nome do metal.

nome do grupo orgânico + nome do metal

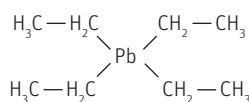
Exemplos



metil-lítio



trietilalumínio



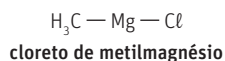
tetraetilchumbo

Reagentes de Grignard

Os organomagnésios, **RMgX** (**R** = grupo orgânico e **X** = halogênio), também são chamados de **reagentes de Grignard**, em homenagem a François Auguste Victor Grignard, que descobriu e estudou essa classe de compostos. Esses reagentes têm grande importância para a síntese de compostos orgânicos. A nomenclatura dos compostos organomagnésios obedece à seguinte forma:

nome do haleto + nome do grupo + magnésio

Exemplo



Algumas aplicações de compostos organometálicos

- O **tetraetilchumbo**, também conhecido como **chumbotetraetila**, foi usado durante muito tempo como antidetonante da gasolina. O uso de um antidetonante aumenta a octanagem desse combustível e melhora o rendimento do motor. Apesar dessa característica do tetraetilchumbo, sua queima juntamente com a gasolina libera substâncias gasosas que contêm chumbo e são tóxicas, portanto, prejudiciais ao ambiente. Por esse motivo, seu uso foi proibido.
- O **ferroceno** tem sido usado como aditivo para combustíveis (em substituição ao chumbotetraetila). Trata-se de composto organometálico formado por dois anéis ciclopentadienila (estrutura ligada à esfera laranja, na imagem à direita) em cada lado de um íon ferro(II).

Ele foi descoberto em 1951 quando os químicos Pauson e Kealy reagiram o brometo de ciclopentadienilmagnésio com cloreto férrico.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Síntese orgânica



SPL/Latinstock

Retrato do químico francês François A. Victor Grignard (1871-1935), s. d.

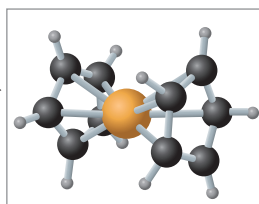
Os químicos orgânicos sempre procuraram e continuam procurando formas de construir moléculas orgânicas complexas, tanto pelo desafio intelectual e acadêmico quanto pela relevância industrial de fornecer produtos químicos úteis para uma sociedade moderna. Essa área de pesquisa chama-se síntese orgânica e existe em formas diferentes desde a época da alquimia. [...]

A formação de ligações entre carbonos é de extrema importância em Química Orgânica. [...] A importância do desenvolvimento de metodologias para a formação de ligações carbono-carbono é refletida pelas premiações com o Nobel de Química para essa área: Reação de Grignard (1912), Reação de Diels-Alder (1950), Reação de Wittig (1979), Metátese de Olefinas (2005) e [...] Acoplamentos Cruzados Catalisados por Paládio (2010).

[...]

Historicamente, as reações de Grignard – descobertas em 1900 (com Barbier e Sabatier) – representam o início das descobertas de formas eficientes de se unir átomos de carbono [...].

Química Nova na Escola, 2010. O Prêmio Nobel de Química em 2010: União Direta de Carbonos sp^2 e sp . Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/05-AQ8+10.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2016.



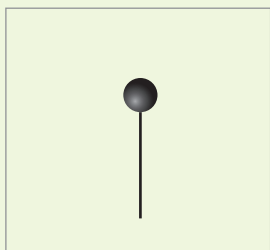
AMI Studio/IBR

Modelo molecular do ferroceno. Cores-fantasia.

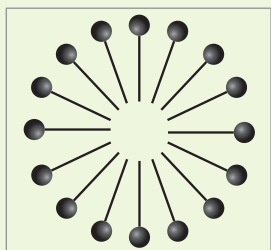
EXERCÍCIO RESOLVIDO

7. Quando moléculas anfífilas (moléculas que contêm uma porção polar e uma porção apolar em sua estrutura) são colocadas na água, elas se organizam de maneira a diminuir o contato da sua parte apolar com a água, formando agregados moleculares conhecidos como micelas.

Com base nessas informações, explique de que maneira os detergentes agem no processo de limpeza.



a) representação esquemática de uma molécula anfifílica.

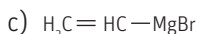
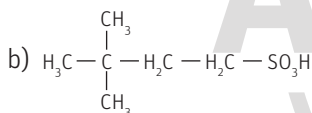
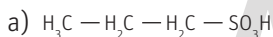


b) representação esquemática de uma micela.

Resolução

A gordura interage mais com a parte apolar do detergente do que com a água (substância polar). Com isso, as moléculas de gordura ficam “aprisionadas” dentro das micelas quando estas se formam. A água utilizada no enxágue interage com a parte externa da micela, que é constituída pelas extremidades polares das moléculas de sabão. Assim, a micela é dispersa na água e arrastada por ela, removendo com maior facilidade as substâncias apolares.

8. Dê o nome de cada um dos seguintes compostos.



9. Represente a fórmula estrutural de cada uma das moléculas abaixo.

a) metilpotássio

b) 1-propil-lítio

c) isopropilchumbo

10. Represente a fórmula estrutural de cada uma das seguintes moléculas.

a) ácido butano-1-sulfônico

b) ácido *meta*-metilbenzenossulfônico

c) 3-metilbutano-1-tiol

11. Os detergentes biodegradáveis são sais de ácidos sulfônicos de longas cadeias carbônicas normais. Detergentes formados por cadeias ramificadas não são biodegradáveis.

Obtém-se um sal de ácido sulfônico pela reação entre ácido sulfônico e uma base forte, por exemplo, o hidróxido de sódio. No processo forma-se, também, água.

a) Equacione a reação entre ácido decanossulfônico e hidróxido de sódio.

b) Indique se o sal formado constitui um detergente biodegradável. Justifique sua resposta.

12. Um importante reagente para sínteses de substâncias orgânicas em laboratório é o brometo de etilmagnésio. Trata-se de um composto redutor muito usado para transformar cetonas em alcoóis. Substâncias orgânicas derivadas de haletos de magnésio são, genericamente, conhecidas por reagentes de Grignard.

Escreva a fórmula estrutural do reagente de Grignard denominado brometo de etilmagnésio.

13. As bactérias que estão em nossa boca fragmentam os aminoácidos cisteína e metionina presentes nas proteínas que ingerimos, originando metanotiol, uma das principais substâncias causadoras do mau hálito. O aminoácido cisteína pode ser representado pela fórmula $\text{R}-\text{SH}$, enquanto o aminoácido metionina pode ser representado pela fórmula $\text{R}-\text{S}-\text{R}'$, em que R e R' são grupos orgânicos. Identifique a classe funcional de tiocomposto presente nas moléculas de cisteína e metionina.

14. A maior desvantagem na fabricação e no transporte do metanotiol para fins industriais é sua baixa temperatura de ebulição (6°C). Entretanto, ele pode ser facilmente transformado em uma substância química similar, o dissulfeto dimetilico (DMDS), um líquido amarelo que entra em ebulição a 110°C . Esse composto consiste de duas moléculas de metanotiol unidas entre si pelos átomos de enxofre. Escreva a fórmula estrutural do dissulfeto dimetilico.

Atividade experimental

Isomeria em haletos orgânicos

Objetivo

Representar isômeros geométricos por meio de modelos.

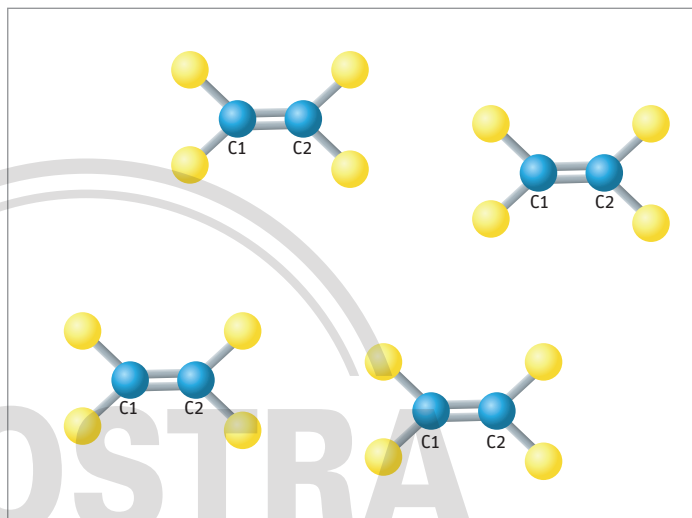
Material

- esferas de isopor
- palitos de dente
- tinta plástica nas cores azul, verde, amarela e vermelha
- pincel

Procedimento

Para representar os modelos de isômeros geométricos, é necessário considerar que as esferas vermelhas representam átomos de cloro; as azuis, átomos de carbono; as verdes, átomos de flúor; e as amarelas, átomos de hidrogênio. Suponha que um palito ligado a duas esferas representa uma ligação simples; dois palitos, uma ligação dupla, e assim por diante.

1. Represente quatro moléculas de eteno utilizando as esferas de isopor e os palitos de dente. Nomeie um dos átomos de carbono de cada molécula de eteno como C1 e o outro como C2. Observe um exemplo na ilustração ao lado.
2. Em uma das moléculas, substitua os dois átomos de hidrogênio do C1 por átomos de cloro. Essa representação será chamada de **A**.
3. Em outra molécula, substitua os dois átomos de hidrogênio do C2 por átomos de cloro. Essa representação será chamada de **B**.
4. Verifique se as representações **A** e **B** são sobreponíveis, rotacionando a molécula formada no segundo procedimento.
5. Na terceira molécula de eteno, substitua um dos átomos de hidrogênio do C1 e do C2 por átomos de cloro. Essa representação será chamada de **C**.
6. Na quarta molécula de eteno, substitua o mesmo átomo de hidrogênio do C1 da representação **C** e troque o outro átomo de hidrogênio do C2 por um átomo de cloro. Essa representação será chamada de **D**.
7. Verifique se as representações: **A** e **C**; **A** e **D**; **B** e **C**; **B** e **D**; **C** e **D** são sobreponíveis.



Resíduos

As esferas de isopor e os palitos de dente podem ser armazenados e utilizados em outras atividades, como a atividade experimental do capítulo 8.

Análise e discuta

1. Os dados obtidos na atividade experimental acima indicam representações sobreponíveis e não sobreponíveis. Qual o significado dessas informações?
2. Quais representações são isômeros geométricos? Indique o nome das substâncias representadas no experimento.
3. Utilize os modelos de esferas de isopor e palitos de dente para representar a estrutura de todos os isômeros planos e geométricos com a fórmula molecular $C_2F_2Cl_2$. Quantas substâncias foram encontradas? Indique o nome de cada composto.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

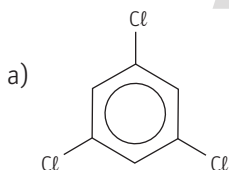
15. Considere a tabela abaixo. O caráter iônico da ligação carbono-metal nos compostos organometálicos depende da diferença de eletronegatividade entre o átomo de carbono e o átomo de metal. De modo geral, como varia a eletronegatividade na tabela periódica?

Ligação	Diferença de eletronegatividade C-M	Caráter iônico
C-K	1,7	51%
C-Na	1,6	47%
C-Li	1,5	43%
C-Mg	1,3	34%
C-Zn	0,9	18%
C-Cd	0,8	15%
C-Hg	0,6	9%

Resolução

De modo geral, a eletronegatividade diminui ao longo do grupo (o que explica o menor caráter iônico da ligação C-metal quando comparamos os metais lítio, sódio, potássio ou zinco, cádmio e mercúrio) e aumenta ao longo do período (o que explica o menor caráter iônico da ligação C-metal quando comparamos os metais magnésio, sódio e zinco).

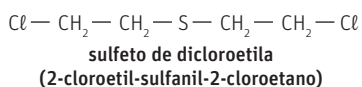
16. Dê o nome de cada um dos compostos a seguir.



b) but-2-eno-1-tiol (uma das substâncias que os gambás eliminam para afugentar seus inimigos)

19. A tabela abaixo apresenta as temperaturas de ebulição (TE) de alguns tióis e seus alcoóis correspondentes.

17. Os tioéteres são substâncias de baixa reatividade e pouco solúveis em água. Os tioéteres líquidos são incolores e apresentam menor densidade que a água. Alguns deles têm cheiro característico de éter. Em geral, são mais voláteis do que os éteres de estrutura análoga. O tioéter conhecido popularmente como iperita (sulfeto de dicloroetila) é usado como arma química e tem a seguinte fórmula estrutural:



Além da função tioéter, qual outro grupo funcional aparece na fórmula dessa substância?

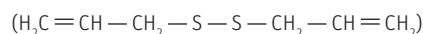
18. Escreva as fórmulas estruturais das seguintes moléculas.

a) propano-2,3-ditiol (substância usada como antídoto em casos de envenenamento por metais pesados)

Substância	TE (°C)
metanotiol	6
metanol	65
etanotiol	35
etanol	78,4
propano-2-tiol	60
propan-2-ol	82

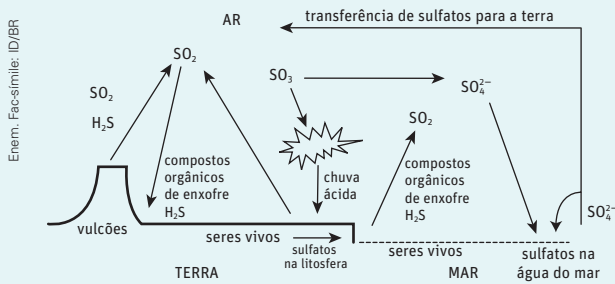
Cite uma possível explicação para o fato de os tioalcoóis apresentarem temperaturas de ebulição inferiores às dos alcoóis correspondentes.

20. O dissulfeto de alila



é um líquido de odor penetrante encontrado no alho. Dissulfetos podem ser produzidos pela reação entre tióis. Dê o nome oficial de um tiol que pode originar o dissulfeto de alila.

21. (Enem)



Adaptado de BRIMBLECOMBE, P. *Air Composition and Chemistry*. Cambridge. Cambridge University Press, 1996.

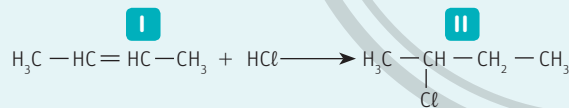
O ciclo representado mostra que a atmosfera, a litosfera, a hidrosfera e a biosfera, naturalmente,

- I. são poluídas por compostos de enxofre.
- II. são destinos de compostos de enxofre.
- III. transportam compostos de enxofre.
- IV. são fontes de compostos de enxofre.

Dessas afirmações, estão **corretas**, apenas,

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

22. (UFRJ) O Polo Gás Químico, a ser implantado no Estado do Rio de Janeiro, irá produzir alcenos de baixo peso molecular a partir do craqueamento térmico do gás natural da bacia de Campos. Além de sua utilização como matéria-prima para polimerização, os alcenos são também intermediários importantes na produção de diversos compostos químicos, como, por exemplo:



- a) Quais são os nomes dos compostos I e II?
- b) Qual é a fórmula estrutural do produto principal obtido quando, na reação acima, o composto I é substituído pelo metilpropeno?

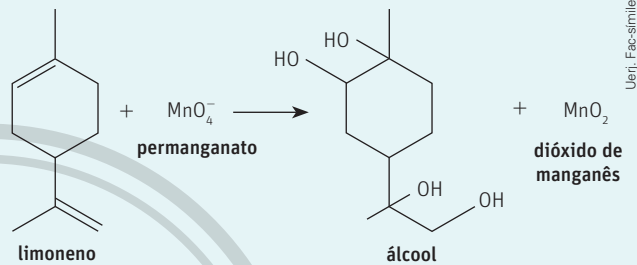
23. (UFRN) O etino (C₂H₂), conhecido como acetileno, é bastante usado em solda de metais. Quando obtido na indústria, pode apresentar impurezas como o sulfeto de hidrogênio (H₂S), molécula de geometria angular. Se o gás acetileno contiver essa impureza, pode ser purificado fazendo-o passar através de:

- a) éter metílico (CH₃OCH₃), pois o H₂S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas polares, não se dissolve nele.
- b) tetracloreto de carbono líquido (CCl₄), pois o H₂S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas apolares, não se dissolve nele.
- c) água líquida (H₂O), pois o H₂S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas apolares, não se dissolve nela.

d) pentano (C₅H₁₂), pois o H₂S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas polares e apolares, não se dissolve nele.

24. (Uerj) Substâncias com ligações duplas entre carbonos reagem com o íon permanganato, de cor violeta, em meio básico ou neutro, formando um álcool e o dióxido de manganês, de cor marrom.

Esse processo é usado, por exemplo, na identificação do limoneno, um dos constituintes do aroma de frutas cítricas, conforme esquematizado na equação química simplificada:

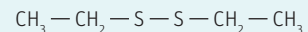


A mudança da cor violeta para a cor marrom, em presença do íon permanganato, também se verifica com o seguinte composto orgânico:

- a) 3-etil-2-hexeno c) 2-metilpentanal
- b) 3-cloro-octano d) 2-bromo-3-heptanona

25. (Ufla-MG) Os compostos orgânicos de enxofre são de grande importância na indústria farmacêutica, porém constituem um problema quando lançados na atmosfera, por serem muito malcheirosos, além de tóxicos.

- a) Sabendo que o enxofre possui distribuição eletrônica análoga à do oxigênio, forneça a fórmula estrutural do sulfeto de dimetila e de seu isômero de função.
- b) O dissulfeto de dietila



pode ser obtido pela reação de dimerização de um tiol (R – SH). Escreva a equação que representa a reação química de obtenção do dissulfeto de dietila.

26. (ITA-SP) Em junho deste ano, foi noticiado que um caminhão transportando cilindros do composto *t*-butil mercaptana (2-metil-2-propanotiol) tombou na Marginal Pinheiros – cidade de São Paulo. Devido ao acidente, ocorreu o vazamento da substância. Quando adicionada ao gás de cozinha, tal substância fornece-lhe um odor desagradável.

Assinale a opção que indica a fórmula molecular **correta** desse composto.

- a) (CH₃)₃CNH₂ d) (CH₃)₃CCH₂NH₂
- b) (CH₃)₃CSH e) (CH₃)₃CSCH₂OH
- c) (CH₃)₃CNHCH₃

Compostos com mais de um grupo funcional

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Reconhecimento e nomenclatura de compostos com mais de um grupo funcional.



Henrico Marone/Pulsar Imagens

Renato Soares/Imagens do Brasil

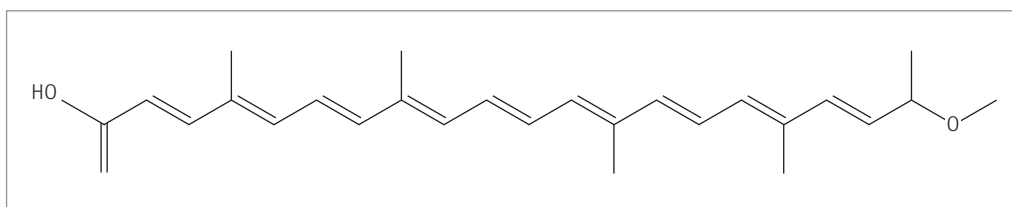
Aponen Pataxó com pintura corporal típica de sua etnia. Aldeia da Jaqueira, Porto Seguro (BA), 2014. No detalhe, um fruto de urucum com suas sementes, usadas na produção das tinturas.

Você sabe como os indígenas brasileiros produzem suas tinturas? Diferentes povos preparam os pigmentos da mesma forma ou há diversidade em relação ao modo de preparar e às matérias-primas usadas? Quais podem ser os significados das pinturas corporais?

O urucuzeiro é uma árvore nativa no Brasil que dá frutos, cujas sementes apresentam uma forte coloração avermelhada. Diversos povos indígenas desenvolveram maneiras de fabricar tinta com as sementes de urucum, utilizadas para realizar pinturas corporais em tons de vermelho vivo que impressionaram os colonizadores portugueses. Além disso, o preparado funciona como protetor contra picadas de insetos e raios solares e como antídoto para o ácido prússico, um veneno da mandioca.

A bixina, representada abaixo, é o composto majoritário da mistura de pigmentos do urucum. Atualmente ela é extraída e empregada principalmente na indústria de alimentos.

Esse capítulo trata de moléculas como a bixina, grandes e com mais de um grupo funcional orgânico. Muitas delas acabam recebendo nomes não sistemáticos em razão de sua complexidade.

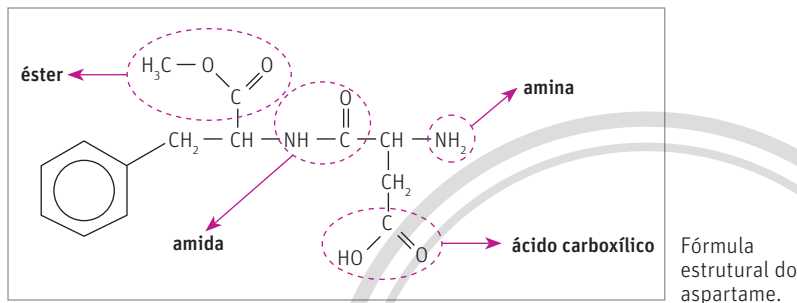


Reconhecimento e nomenclatura de compostos com mais de um grupo funcional

Observando a fórmula estrutural de uma molécula, é possível identificar os grupos funcionais nela presentes.

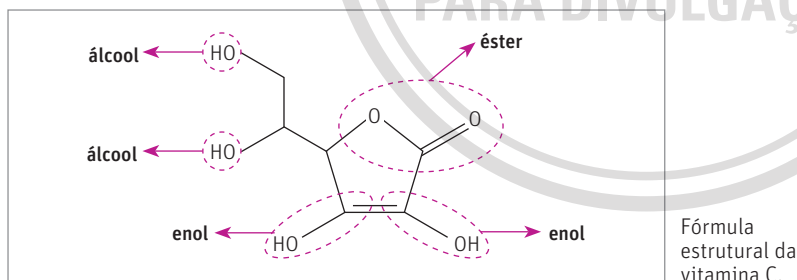
Vejamos a fórmula do adoçante aspartame, que é um substituto do açúcar nos alimentos dietéticos e cerca de **duzentas vezes mais doce que a sacarose**, não provoca cáries e pode ser consumido por diabéticos ou pessoas que fazem dieta para emagrecimento.

Na cadeia lateral do anel aromático dessa substância, existem quatro funções orgânicas. Esses grupos funcionais estão circulados e identificados abaixo:



Uma vez que as propriedades químicas de um composto orgânico dependem da classe funcional à qual ele pertence, a ocorrência de mais de uma função orgânica na estrutura molecular desse composto está relacionada às suas propriedades químicas particulares.

A **vitamina C**, também conhecida como ácido ascórbico, possui as funções álcool, enol e éster:



Vitamina C



A vitamina C é encontrada na laranja, em outras frutas e certas plantas. Ela é antioxidante e ajuda o organismo a assimilar o ferro contido nos alimentos que ingerimos.

A vitamina C é uma das substâncias responsáveis pela resistência dos ossos, dentes, tendões e paredes dos vasos sanguíneos. Por isso, a sua deficiência pode ser detectada por sangramentos na gengiva, característica da doença conhecida como escorbuto.

Durante as grandes navegações do século XVI, os marinheiros que passavam longos períodos em alto-mar, sem se alimentar de frutas cítricas, desenvolviam escorbuto, doença que, se não tratada a tempo, pode levar à morte.

Outro importante papel da vitamina C é como agente antioxidante. A molécula dessa vitamina é capaz de fornecer elétrons a outras moléculas que se tenham oxidado, preservando a estrutura delas. Isso auxilia no combate à formação de radicais livres (espécies reativas formadas por um átomo ou grupo de átomos que apresentam valência livre) no nosso organismo.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Descoberta acidental: sacarina

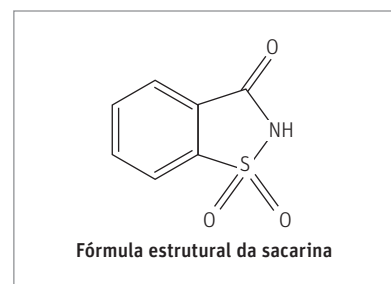
O químico estadunidense Ira Remsen (1846-1927) e seu aluno Constantine Fahlberg (1850-1910) foram os descobridores do adoçante sacarina.

Em 1879, Fahlberg e Remsen estavam no laboratório da Universidade Johns Hopkins trabalhando com a síntese de novos corantes. Fahlberg esqueceu-se de lavar as mãos antes da refeição e percebeu que a comida apresentava um gosto bastante adocicado. Desconfiou que a sensação observada era resultado de alguma substância que estava sintetizando.

Os dois pesquisadores investigaram a substância e constataram tratar-se de um composto quinhentas vezes mais doce do que o açúcar comum.

Entretanto, Fahlberg desenvolveu por conta própria os métodos de produção industrial e patenteou a descoberta.

Fontes de pesquisa disponíveis em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18831154>>; <http://www.ehow.com/how-does_5143432_saccharin-produced.html>; <<http://science.discovery.com/famous-scientists-discoveries/10-accidental-inventions.htm>>. Acessos em: 7 abr. 2016.



Nomenclatura de compostos com mais de um grupo funcional

Apresentaremos a seguir alguns princípios básicos que orientam a construção do nome de um composto com várias funções.

A Iupac vem buscando uma forma de padronizar uma nomenclatura que possa abranger as substâncias de funções mistas. Entretanto, até o momento, ainda se costuma utilizar nomenclaturas usuais para essas substâncias.

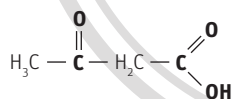
A adoção de nomes usuais muitas vezes é justificada pela facilidade de memorizar e comunicar-se por nomes mais simples. Tome-se como exemplo a “creatina”, composto orgânico presente nas nossas células e que auxilia na contração muscular. O nome dessa substância, tal como recomendado pela Iupac, é ácido 2-(carbamimidoil-metilamino) acético. Veja a estrutura da creatina no boxe ao lado.

Nos compostos com mais de uma função, apenas uma delas é considerada principal e, por isso, somente seu sufixo faz parte do nome da substância. Todas as demais funções devem ser especificadas por prefixos.

A escolha da função principal deve seguir a ordem indicada na seguinte tabela simplificada.

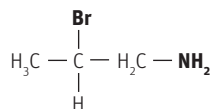
Ordem de prioridade	Função	Sufixo	Prefixo (quando a função não é considerada a principal)
1ª	ácido carboxílico	oico	—
2ª	aldeído	al	formil
3ª	cetona	ona	oxo
4ª	álcool	ol	hidróxi
5ª	amina	amina	amino
6ª	haletos de alquila ou arila	—	flúor, cloro, bromo ou iodo

Exemplo 1



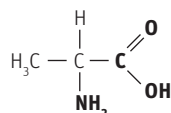
Nessa fórmula, ao observar as funções orgânicas, marcadas em negrito, e compará-las com a tabela, constatamos que o ácido carboxílico tem prioridade sobre a cetona. Portanto, o nome oficial dessa substância é: ácido 3-oxobutanoico.

Exemplo 2



Entre as funções amina e haleto de alquila, em negrito, a prioridade é a função amina. Assim, o nome oficial dessa substância é: 2-bromopropan-1-amina.

Exemplo 3



O aminoácido que possui a fórmula estrutural acima, conhecido como alanina, pode ser chamado também de ácido 2-aminopropanoico.

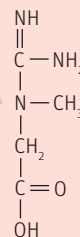
QUÍMICA E BIOLOGIA

Creatina



Suplemento de creatina. Em primeiro plano, creatina em pó para ser misturada à água antes de ingerida.

A fórmula estrutural da creatina é:

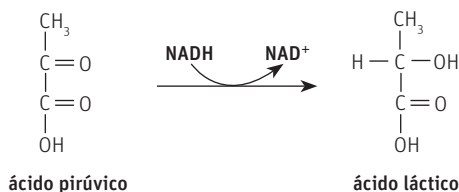


Ela está presente no cérebro, fígado, rins, testículos e, principalmente, nas células dos músculos. Sua síntese se processa no fígado, nos rins e no pâncreas. É distribuída para o organismo pela corrente sanguínea.

Fornece energia adicional aos músculos e é administrada a pacientes portadores de problemas de atrofia muscular.

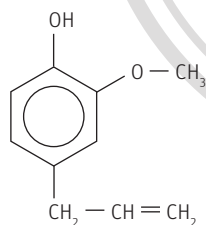
A excreção da creatina se dá pela urina, na forma de uma substância chamada creatinina. Como a quantidade de creatina produzida todos os dias é constante, os valores de excreção de creatinina também devem ser. Dessa forma, aumentos na excreção de creatinina são indicativos de alguma disfunção no organismo, sobretudo nos rins.

1. Na fermentação láctica, o ácido pirúvico é transformado em ácido láctico, conferindo sabor azedo aos produtos derivados do leite, como queijos e iogurtes. Os organismos responsáveis pela fermentação nesses alimentos são os lactobacilos. A equação abaixo representa o processo:



- a) O ácido pirúvico e o ácido láctico são isômeros? Justifique.
 b) Qual o nome, segundo a Iupac, do ácido láctico?
2. Dê a fórmula estrutural dos seguintes compostos:
 a) ácido aminoetanoico
 b) triclorometanol
 c) 3-aminobutan-1-ol
 d) 1-hidroxipentan-3-ona
 e) 2,3-dibromobutanamina

3. O laurel é uma planta usada em coroas destinadas a homenagear os atletas vencedores de alguns tipos de competição. A folha desse vegetal contém uma substância conhecida como eugenol, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

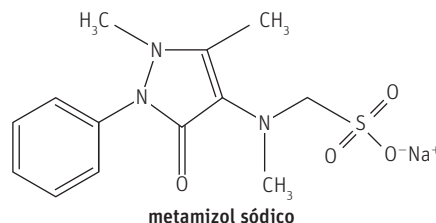


Copie a fórmula acima em seu caderno, circulando os grupos funcionais, e dê a fórmula molecular do eugenol.

4. Podem-se obter, por síntese, três nitrofenóis: o *orto*-nitrofenol (ou 2-nitrofenol), o *meta*-nitrofenol (ou 3-nitrofenol) e o *para*-nitrofenol (ou 4-nitrofenol). Por nitração do fenol, obtêm-se, em maior proporção, uma mistura de *orto* e *para*-nitrofenóis. O *meta*-nitrofenol é empregado na fabricação de fungicidas, tintas, entre outros produtos. O *para*-nitrofenol é usado, por exemplo, em tintura para escurecer o couro.

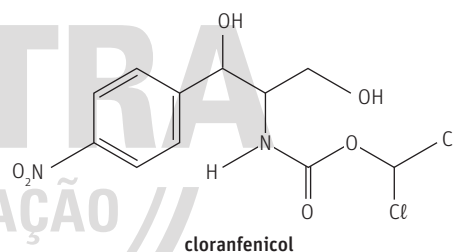
- a) Indique as fórmulas estruturais do *orto*-nitrofenol e do *para*-nitrofenol.
 b) Dê as fórmulas moleculares desses nitrofenóis.

5. O metamizol sódico é um dos analgésicos mais utilizados no Brasil, juntamente com o ácido acetilsalicílico. No início da década de 1970 descobriu-se que seu usuário corria o risco de agranulocitose, embora a taxa de incidência dessa doença seja de 0,2 a 2 casos por milhão de pessoas com a ingestão do analgésico uma vez ao mês.



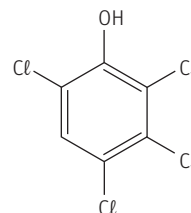
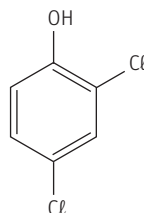
Identifique pelo menos um dos grupos funcionais presentes nessa molécula.

6. O cloranfenicol, cuja estrutura está representada a seguir, é um antibiótico de uso humano e animal capaz de combater uma variedade de microrganismos aeróbicos e anaeróbicos.



Quanto à estrutura química do cloranfenicol, é correto afirmar:

- a) Possui um grupo hidroxila (–OH) ligado a carbono terciário.
 b) Apresenta o grupo funcional nitrocomposto.
 c) A molécula apresenta o grupo funcional cetona.
 d) A molécula apresenta o grupo funcional fenol.
 e) A substância apresenta um grupo amino ligado ao anel aromático.
7. Nos efluentes das indústrias de papel são encontradas, geralmente, substâncias como as que estão representadas abaixo.



Dê os nomes dessas substâncias.

Atividade experimental

Estudo de propriedades do glutamato monossódico

Objetivo

Analisar as propriedades do glutamato monossódico.

Material

- 4 tubos de ensaio
- indicador universal com escala de pH
- balança com precisão de 0,1 g
- água
- glutamato monossódico (usado como tempero)
- estante para tubos de ensaio
- proveta de 10 mL
- borracha macia e papel sulfite
- seringa sem agulha e com precisão de 0,1 mL ou 0,2 mL

Procedimento

1. Com auxílio da proveta, introduza 5 mL de água em cada um dos tubos de ensaio (tubos **1**, **2**, **3** e **4**).
2. Coloque um pedaço de folha sulfite sobre a balança e tare-a de modo que desconte a massa do papel. Adicione, com cuidado, o glutamato monossódico sobre o papel até atingir cerca de 1,0 g.
3. Transfira esse conteúdo para o tubo **1** e agite a mistura para dissolver a substância.
4. Repita os procedimentos 2 e 3 até o glutamato monossódico não se dissolver mais. Anote o resultado.
5. Repita os procedimentos 2, 3, 4 para o tubo **2** utilizando 0,5 g em vez de 1,0 g desse sal orgânico.
6. Dissolva 2 g de glutamato monossódico no tubo **3** e adicione 5 gotas de indicador universal nos tubos **3** e **4**. Observe a cor e anote o pH da solução.
7. Retire o êmbolo da seringa e, com um dos dedos, tampe o bico da seringa. Peça a um dos integrantes do grupo que meça 3,0 g de glutamato monossódico e, em seguida, adicione essa quantidade na seringa.
8. Coloque o êmbolo da seringa e gire-a de modo que o sólido fique sobre o êmbolo. Retire o dedo do bico da seringa.
9. Pressione o êmbolo com cuidado retirando o ar da seringa e deixando somente o sólido.
10. Tampe o bico da seringa com uma borracha e coloque esse sistema (borracha + seringa) sobre uma mesa rígida. Pressione o êmbolo e anote o volume obtido para o sólido.

Equipamentos de segurança

Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.

Resíduos

Os líquidos podem ser despejados na pia e o sólido pode ser guardado para outras atividades ou descartado no lixo comum.

Análise e discuta

1. Os dados obtidos nesta atividade fornecem informações sobre a faixa de solubilidade do glutamato monossódico em água a uma dada temperatura.
 - a) Qual a faixa de solubilidade do glutamato monossódico em gramas de sal por 100 mL de água? Compare o resultado com os outros grupos e discuta as possíveis diferenças.
 - b) Que mudança(s) no experimento pode(m) ser feita(s) para que a faixa de solubilidade seja menor e, com isso, seja possível obter um resultado mais preciso sobre a solubilidade desse sal?
2. O glutamato monossódico é um sal orgânico utilizado para realçar o sabor dos alimentos. Esse sal é obtido pela substituição de um dos átomos de hidrogênio do grupo carboxila do ácido 2-aminopentanodioico por um íon sódio. Escreva a fórmula molecular desse sal.
3. Qual o pH encontrado para a solução aquosa de glutamato monossódico? A adição de bicarbonato de sódio ao sistema (água + glutamato monossódico) provocaria efervescência? Justifique.
4. A densidade é uma das propriedades utilizadas para identificação de materiais. Para misturas ou substâncias sólidas na forma de grão ou pó, é comum o cálculo da densidade aparente do material, ou seja, densidade que considera o volume total da amostra, contando o espaço que o ar ocupa entre os grãos ou o pó. Calcule a densidade aparente para a amostra analisada.

Dorothy Hodgkin e a elucidação estrutural de biomoléculas

Mulheres na história da ciência

A história da ciência é um território ocupado predominantemente por homens, reflexo dos valores não só da ciência, mas, também, das sociedades de cada época. A ciência era considerada um empreendimento árduo, rigoroso e lógico, o que contrastaria com a visão fortemente defendida que a mulher deveria ser meiga, fraca e ilógica. Felizmente, ao longo dos séculos, inúmeras mulheres se tornaram cientistas, promovendo, pouco a pouco, a contestação dessa demarcação artificial entre mulheres e ciência, e, também, incentivando as mulheres a questionarem os papéis esperados pela sociedade. Dentre as mulheres cientistas que contribuíram para isso, destaca-se a química britânica Dorothy Crowfoot Hodgkin (1910-1994), uma das poucas mulheres, entre uma centena de homens, a ser laureada com o Nobel de Química.

Dorothy Hodgkin e o caminho até a Química

Dorothy Hodgkin, nasceu no Cairo, Egito, em 1910, filha de pais britânicos arqueólogos. No início da Primeira Guerra Mundial, em 1914, ela e suas três irmãs foram enviadas para a Inglaterra, onde estariam mais seguras da guerra.

Desde a infância e, com incentivo de seus pais, Dorothy demonstrou interesse pela ciência, em especial, pela Química. A educação voltada à ciência era incomum para as mulheres da época, mas seu pai desejava que suas filhas fossem educadas tal como um filho homem da época, sem distinções. Apesar de um ambiente familiar favorável para seguir a carreira científica, fora desse âmbito Dorothy não encontrou a mesma receptividade. Quando completou 18 anos, ela ingressou na Universidade de Oxford, mesma instituição que seu pai estudou quando jovem. Embora essa instituição já aceitasse mulheres há 50 anos, somente no início da década de 1920 mulheres passaram a ser diplomadas. Não bastando, um ano antes da entrada de Dorothy, a Universidade de Oxford começou a limitar o número de mulheres que poderiam adentrar nela, como forma de manter a hegemonia masculina. Por tudo isso, ela foi uma das poucas mulheres a ingressar no curso de Química.

Da cristalografia à elucidação estrutural de biomoléculas

Ao fim do curso de Química, Dorothy encontrou dificuldades para conseguir um emprego. Um amigo de longa data lhe recomendou trabalhar com John Bernal (1901-1971), um cientista que utilizava raios X para estudar cristais biológicos, como as proteínas. Bernal também acreditava em oportunidades iguais para as mulheres e instaurou essa ideologia em seu laboratório.

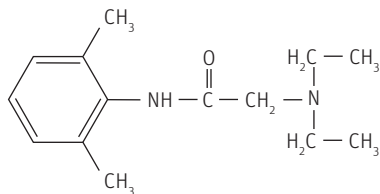
As pesquisas realizadas por John Bernal eram relativamente recentes, fruto do trabalho de William Henry Bragg (1862-1942) e seu filho William Lawrence Bragg (1890-1971), que demonstraram que um cristal poderia espalhar raios X de maneira regular; assim, a partir das manchas registradas em uma chapa fotográfica poderíamos determinar a disposição dos átomos no interior de um cristal. Inicialmente, a utilização dessa técnica contribuiu para determinação de estruturas moleculares mais simples. No entanto, em pouco tempo, os químicos vislumbraram a possibilidade de utilizar essa técnica para estudar moléculas mais complexas, em especial, biomoléculas. Assim, a partir da oportunidade de trabalhar com Bernal, Dorothy dedicou a vida inteira à cristalografia de biomoléculas.

Até a época de Dorothy, poucos cristais complexos haviam sido estudados, pois quanto maior a quantidade de átomos, maiores eram as dificuldades de se determinar a estrutura de uma molécula. A primeira molécula elucidada com sucesso por ela foi o colesterol, precursor de alguns hormônios do corpo humano. Dorothy mostrou que todas as fórmulas propostas na época para essa molécula estavam erradas. Nos anos posteriores, ela determinou a estrutura da penicilina, utilizada até hoje como antibiótico, a vitamina B12, importante para evitar a anemia perniciosa, e a insulina, hormônio que controla o metabolismo do açúcar. Esta última necessitaria de 35 anos de estudos até a sua elucidação, por conta da complexidade em se determinar a disposição espacial dos seus 777 átomos. A determinação estrutural dessas moléculas de interesse biológico renderia, em 1964, o prêmio Nobel de Química a Dorothy.

ANALISE E DISCUTA

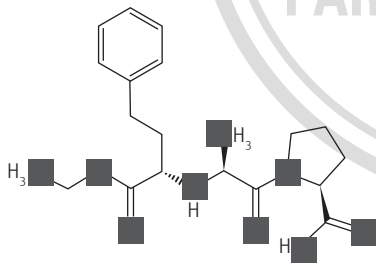
1. Quais eram as dificuldades enfrentadas pelas mulheres que escolhiam tornar-se cientistas na época de Dorothy Hodgkin?
2. Como a determinação estrutural de moléculas de interesse biológico poderia resultar em novos conhecimentos?

8. A lidocaína é um anestésico de uso local muito utilizado em exames endoscópicos. Em agosto de 2005 foi noticiada a apreensão de lotes desse medicamento produzido no Brasil. Acredita-se que aqueles lotes estariam com problemas de fabricação e por isso causaram a morte de diversas pessoas. A estrutura molecular da lidocaína está representada a seguir.

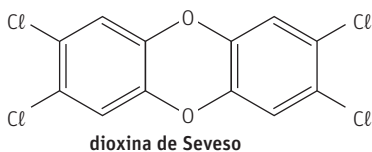


As funções orgânicas presentes na molécula da lidocaína são:

- amina e ácido carboxílico.
 - amina secundária e amina terciária.
 - amida e amina terciária.
 - éster e amina primária.
 - éster e amina secundária.
9. O Enalapril é um fármaco utilizado no tratamento da hipertensão e da insuficiência cardíaca. Sua fórmula estrutural foi desenhada abaixo, mas alguns átomos ainda estão faltando. Sabe-se que essa molécula é constituída apenas por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Copie-a em seu caderno substituindo os quadrados abaixo pelos átomos corretos e identifique todas as funções orgânicas formadas.



10. Em 11 de dezembro de 2004, o candidato à presidência na Ucrânia – Viktor Yushchenko – foi vítima de envenenamento por dioxina. Apesar de o candidato ter conseguido sobreviver ao incidente, sua aparência facial ficou bem modificada, com deformações, cicatrizes, mudança de tom de pele, além das dores no corpo. Os níveis de dioxina no sangue chegaram a 6 mil vezes acima do normal. Indique quais são os grupos funcionais existentes na dioxina, cuja fórmula estrutural está representada abaixo.



11. Leia o texto a seguir e responda ao que se pede.

[...]

Fenol e seus derivados são substâncias encontradas em diversos processos industriais. Essas substâncias causam uma constante preocupação do ponto de vista ambiental, devido ao alto grau de toxicidade, bioacumulação nas diferentes cadeias alimentares, mesmo em baixas concentrações e persistência no ambiente.

[...]

Esta resolução [357 do Conama] [...] estabelece que o controle dos teores máximos de compostos fenólicos em corpos de água é sujeito à análise de “fenóis totais”. [...] a tolerância em relação à concentração de fenóis totais varia de acordo com o tipo de água.

Para águas doces e salobras [...], que são destinadas ao consumo humano após tratamento adequado, a tolerância para fenóis é de 3 mg L⁻¹. Já para águas que não são destinadas ao consumo humano e/ou utilização direta, a legislação estabelece um teor máximo que varia de 10 a 60 mg L⁻¹.

Além disso, segundo o Conama, os efluentes de quaisquer fontes poluidoras somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, em corpos de água se apresentarem concentrações máximas de fenóis totais de 0,5 mg L⁻¹.

[...]

RODRIGUES, G. D.; SILVA, L. H. M.; SILVA, M. C. H. Alternativas verdes para o preparo de amostra e determinação de poluentes fenólicos em água. Revista *Química Nova*, n. 6, v. 33, 2010, p. 1370-1378. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000600027&script=sci_abstract&tlng=es>. Acesso em: 12 abr. 2016.

- Sabendo que o 2,4-dinitrofenol e o 2,6-diclorofenol são exemplos de substâncias classificadas como poluentes fenólicos, escreva a fórmula estrutural de cada uma.
- Uma equipe de pesquisadores ambientais coletou amostras de água de três locais distintos – represa de distribuição de água (A), rio que recebe esgoto (B) e lago próximo a uma indústria de papel e celulose (C) – e mediu as concentrações de compostos fenólicos. Com os dados encontrados foi construída a seguinte tabela:

Amostra	Concentração (mol/L)
A	8 × 10 ⁻⁶ mol/L de 2,4-dinitrofenol 6 × 10 ⁻⁶ mol/L de 2,6-diclorofenol
B	2 × 10 ⁻⁵ mol/L de 2,4-dinitrofenol 1 × 10 ⁻⁵ mol/L de 2,6-diclorofenol
C	1 × 10 ⁻⁴ mol/L de 2,4-dinitrofenol 4 × 10 ⁻⁴ mol/L de 2,6-diclorofenol

Analise as informações da tabela e, com base no texto, indique em qual(is) amostra(s) a quantidade total de derivados de fenóis não obedece a resolução do Conama. Considere que a água do lago não é utilizada diretamente pelo ser humano.

Dados: massas molares: 2,4-dinitrofenol = 184 g/mol; 2,6-diclorofenol = 163 g/mol.

Os perigos da automedicação

Quatro em cada cinco adultos americanos tomam remédios vendidos sem receita médica para tratar doenças como dores, tosse e resfriados, febres, alergias, problemas de pele, azia e outros males digestivos.

É fácil entender as razões. Esses medicamentos são convenientes, estão disponíveis nas farmácias e mercados e saem mais barato do que ir ao médico e pagar a consulta apenas para no fim apenas conseguir uma prescrição.

[...]

Isso seria ótimo se esses medicamentos fossem usados apropriadamente: para o problema indicado, na dosagem certa e pelo tempo recomendado. No entanto, 20% dos adultos que se automedicam admitem tomar mais do que a dose recomendada ou usar o produto com mais frequência do que a bula indica – apenas 10% afirmam que a leem por inteiro.

[...]

Mesmo quando não requerem receita, medicamentos podem gerar problemas – quando os pacientes estão com determinados problemas de saúde ou quando há chance de interações adversas com outras drogas.

Por exemplo, o paracetamol [...] também aparece em analgésicos que requerem prescrição [...]. Em grandes quantidades, o paracetamol pode causar danos graves ao fígado.

[...]

Os laxantes [...] estão entre os remédios sem receita mais mal usados, e não só pelas pessoas que abusam deles na esperança de perder peso. Quando tomados com muita frequência para prevenir a constipação, os laxantes têm o

BRODY, J. E. *The New York Times*, 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/equilibriosaude/2015/12/1718667-remedio-sem-prescricao-faz-pode-causar-intoxicacao-e-dependencia.shtml>>. Acesso em: 12 abr. 2016.



Phattana Stock/Shutterstock.com/D/BR

Medicamentos alteram as funções do organismo e devem ser usados com cuidado e sob orientação médica.

poder de causar dependência – o intestino pode perder sua habilidade para funcionar bem sem eles.

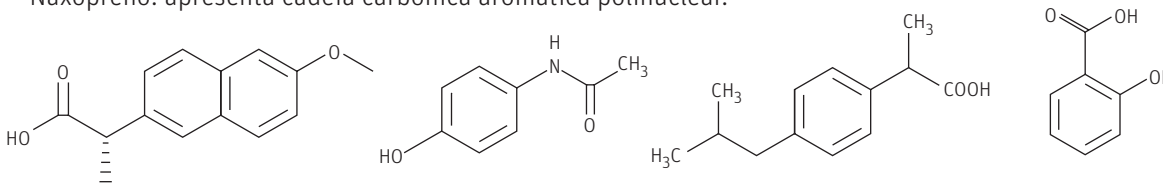
[...]

Quando as substâncias anti-inflamatórias não esteroides, como a aspirina, o ibuprofeno e o naproxeno, são tomadas por muito tempo, também podem causar danos, incluindo úlceras, problemas nos rins ou no fígado e um aumento do risco de ataque cardíaco ou derrame.

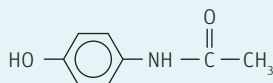
Entre outras precauções sensatas a tomar quando for comprar um remédio no balcão da farmácia estão: ler a bula inteira, incluindo ingredientes, dosagens, intervalo e tempo indicados e advertências; prestar atenção se o medicamento deve ser tomado com comida ou com o estômago vazio; não misturar remédios e álcool; evitar suplementos minerais e vitamínicos ao mesmo tempo; e, se tiver qualquer reação alérgica ou problemas, anote a causa para evitar a substância no futuro.

PARA DISCUTIR

1. De acordo com o texto, quais os principais erros que as pessoas cometem ao se automedicar?
2. Na sua opinião, por que a maioria das pessoas não lê a bula na íntegra?
3. O paracetamol, o ácido acetilsalicílico, o ibuprofeno e o naproxeno são medicamentos muito utilizados por pessoas que se automedicam. Abaixo, estão algumas características de cada uma dessas substâncias e 4 fórmulas estruturais. Com base nessas informações, relacione o fármaco à sua fórmula estrutural.
 - Paracetamol: tem uma função nitrogenada, na qual o átomo de nitrogênio é ligado a um anel aromático.
 - Ácido acetilsalicílico: possui duas funções oxigenadas ácidas.
 - Ibuprofeno: conta com um agrupamento isobutílica ligado a um anel aromático.
 - Naxopreno: apresenta cadeia carbônica aromática polinuclear.

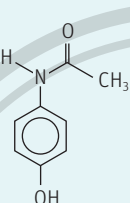


12. (UFRN) Em pacientes com suspeita de dengue, não é recomendada a utilização de antitérmicos e analgésicos à base de ácido acetilsalicílico (aspirina), por causar aumento do risco de hemorragia. Um medicamento substituto é o paracetamol, um composto polifuncional, cuja fórmula é:



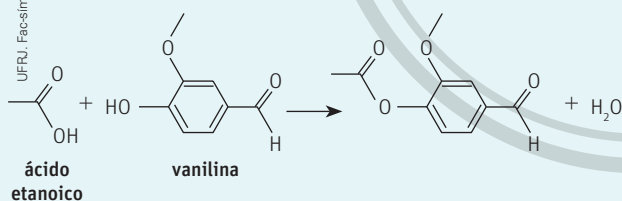
Nessa estrutura, podem-se identificar os grupos funcionais:

- a) álcool e amida.
b) fenol, amina e cetona.
c) álcool, amina e cetona.
d) fenol e amida.
13. (UFMG) O paracetamol, empregado na fabricação de antitérmicos e analgésicos, tem esta estrutura como mostra a figura: É **incorreto** afirmar que, entre os grupamentos moleculares presentes nessa estrutura, se inclui o grupo



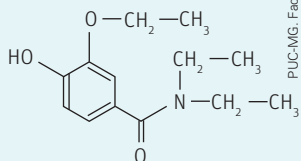
- a) amino.
b) carbonila.
c) hidroxila.
d) metila.

14. (UERJ) A vanilina é a substância responsável pelo aroma de baunilha presente na composição de determinados vinhos. Este aroma se reduz, porém, à medida que a vanilina reage com o ácido etanoico, de acordo com a equação química abaixo.



A substância orgânica produzida nessa reação altera o aroma do vinho, pois apresenta um novo grupo pertencente à função química denominada:

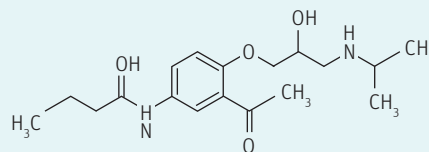
- a) éster
b) álcool
c) cetona
d) aldeído
15. (PUC-MG) O estimulante cardíaco e respiratório metamivam possui a fórmula estrutural ao lado.



Considerando-se esse composto, é **correto** afirmar que ele apresenta os seguintes grupos funcionais:

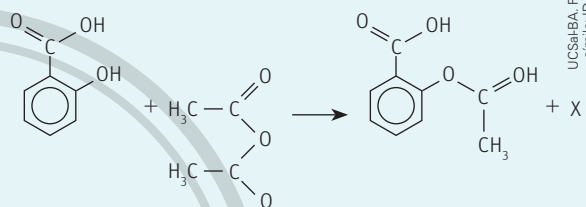
- a) amina, cetona, fenol e éter.
b) amida, cetona, álcool e éster.
c) amida, fenol e éter.
d) amina, éster e álcool.

16. (UERN) Acebutolol é um fármaco utilizado pela medicina como antiarrítmico e anti-hipertensivo. Em sua fórmula podem ser encontrados



- a) amina e fenol.
b) amida e éster.
c) álcool e fenol.
d) álcool e cetona.

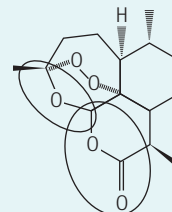
17. (UCSal-BA) A síntese da aspirina (ácido acetilsalicílico) ocorre de acordo com a equação abaixo:



As funções químicas presentes na molécula de aspirina e a substância X são, respectivamente,

- a) ácido carboxílico, álcool e etanol.
b) éster, fenol e etanal.
c) ácido carboxílico, fenol e ácido metanoico
d) ácido carboxílico, éster e ácido etanoico.
e) anidrido de ácido carboxílico, ácido carboxílico e ácido etanoico.

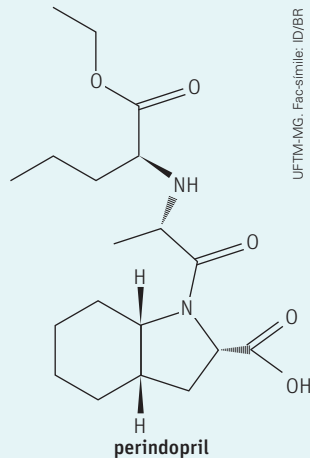
18. (FPS-PE) Este ano a pesquisadora Tu Youyou foi agraciada com o Nobel de Medicina pelo uso terapêutico da planta *Artemisia annua* no tratamento da malária. O princípio ativo desta planta é a Artemisinina, que apresenta ação antimalária e mata o parasita da malária dentro do nosso corpo.



Quais são as funções orgânicas apontadas por círculos na estrutura química da Artemisinina?

- a) Éter e ácido carboxílico.
b) Éter e éster.
c) Enol e éster.
d) Álcool e ácido carboxílico.
e) Cetona e éster.
19. (UFTM-MG) No ano de 2011 comemora-se o Ano Internacional da Química. A celebração, coordenada

pela Unesco/Iupac, resalta os inúmeros benefícios da química para a humanidade, e tem o mote *Química para um Mundo Melhor*. Seu objetivo principal é a educação, em todos os níveis, e uma reflexão sobre o papel da química na criação de um mundo sustentável. Uma das participações mais importantes da química no bem-estar social consiste no desenvolvimento de fármacos e medicamentos que evitam e curam doenças, como, por exemplo, o perindopril, empregado no controle da hipertensão arterial. Na molécula do perindopril estão presentes os grupos funcionais:



UFTMA-MG. Fac-símile: ID/BR

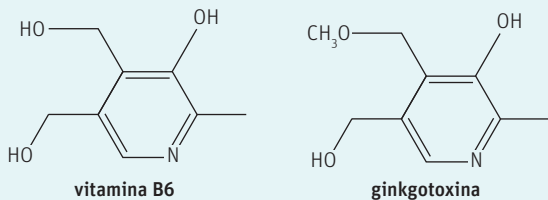
- amida, álcool e cetona.
- amida, álcool e éster.
- amida, ácido carboxílico e éter.
- amina, ácido carboxílico e éter.
- amina, ácido carboxílico e éster.

20. (PUC-RS) Para responder à questão, analise o texto e as fórmulas apresentadas a seguir.

“O *Ginkgo biloba* é uma das plantas medicinais mais comercializadas atualmente no mundo. É apontado como benéfico no tratamento de muitos problemas de saúde, mas as informações divulgadas sobre seus efeitos terapêuticos são em geral exageradas e sem base científica. Na verdade, pesquisas relatam com frequência efeitos adversos quando são utilizadas partes da planta fresca ou seca, que não passaram por um processo de remoção de substâncias tóxicas existentes na espécie. Não é recomendado o consumo do *G. biloba* fresco ou seco, na forma de chás ou em contato direto com a pele, devido à presença de substâncias capazes de provocar alergias ou reações tóxicas para o sistema nervoso.”

BARAITTO, L. C.; RODIGHERO, J. C.; SANTOS, C. A. M. *Ginkgo biloba*: o chá das folhas é seguro? *Ciência Hoje*, n. 266, 2009.

As folhas de *Ginkgo biloba* contêm ginkgotoxina, que pode causar ataques epiléticos nas pessoas que a consomem acima de certa dose. Essa substância interfere nas atividades da vitamina B6 (piridoxina), pois suas estruturas moleculares são semelhantes, conforme as representações abaixo.

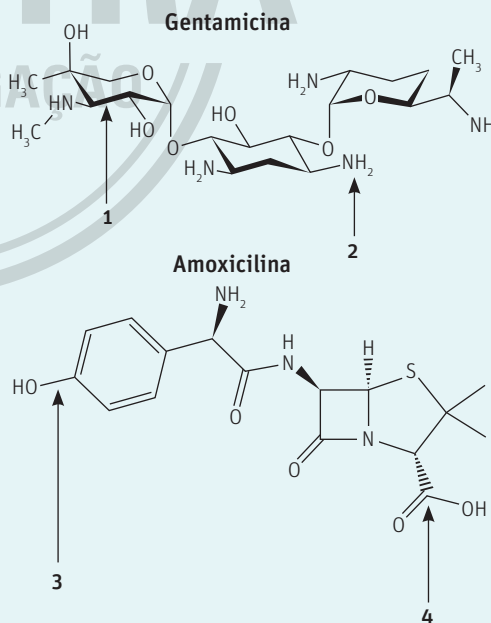


PUC-RS. Fac-símile: ID/BR

Com base no texto e nas fórmulas, é correto afirmar que:

- a vitamina B6 e a ginkgotoxina apresentam, em comum, as funções químicas álcool e éter.
- a vitamina B6 apresenta dois grupos funcionais alcoólicos, e a ginkgotoxina apresenta a função éter.
- o grupo funcional fenol, presente na vitamina B6, é o único responsável pela elevada polaridade dessa molécula.
- a ginkgotoxina, que é um hidrocarboneto, é uma substância apolar e de boa solubilidade em solventes como hexano e benzeno.
- a vitamina B6 e a ginkgotoxina possuem igual massa molar devido à grande semelhança em suas estruturas moleculares.

21. (PUC-RS) O uso de antibióticos é um dos grandes recursos da medicina moderna para o tratamento de infecções bacterianas. Há várias classes de antibióticos atualmente em uso, e a cada ano novas fórmulas são apresentadas, tendo em vista o desenvolvimento progressivo de resistência entre as variedades de bactérias. As fórmulas estruturais abaixo mostram dois antibióticos de uso comum, a gentamicina e a amoxicilina. As setas 1, 2, 3 e 4 indicam diferentes características ou grupos funcionais presentes nas moléculas



PUC-RS. Fac-símile: ID/BR

As setas 1, 2, 3 e 4 indicam, respectivamente:

- anel aromático – amina – álcool – alceno.
- anel não aromático – éter – fenol – cetona.
- anel aromático – amida – álcool – aldeído.
- anel não aromático – amina – fenol – ácido carboxílico.
- anel aromático – éter – álcool – éster

Funções orgânicas e isomeria óptica

**O QUE VOCÊ
VAI ESTUDAR**

Isomeria óptica.



Brian Lasenby/Shutterstock.com/ID/BR

Observe as formas dessa borboleta. Você reconhece simetria no corpo dela?

A **simetria** na natureza é um fenômeno fascinante. Podemos encontrar a simetria em diversos locais, como na borboleta da imagem acima. Um corpo simétrico, quando dividido ao meio, apresenta partes com dimensões e formas idênticas.

No campo estético, a simetria é a responsável por proporcionar harmonia a uma imagem, e, conseqüentemente, é atribuído a essa imagem o conceito de belo. Quanto mais harmônico for um objeto ou uma figura, maior a tendência de ele ser considerado bonito. E você, concorda com esse conceito de beleza? Em que outras áreas do conhecimento podemos verificar esse conceito aplicado?

Agora suponha que essa mesma borboleta tenha um sinal na asa direita. Ao colocar essa borboleta em frente a um espelho esse sinal irá aparecer igualmente do lado direito da asa. No entanto, se a imagem saísse do espelho e ficasse lado a lado com a borboleta real, o sinal da asa apareceria do lado esquerdo e as imagens não seriam sobreponíveis.

Com base no mesmo procedimento, é possível verificar que, na natureza, muitos objetos não são sobreponíveis com a sua imagem especular.

O conceito de simetria é fundamental para entender o fenômeno da isomeria óptica que ocorre em moléculas orgânicas.

Isomeria óptica

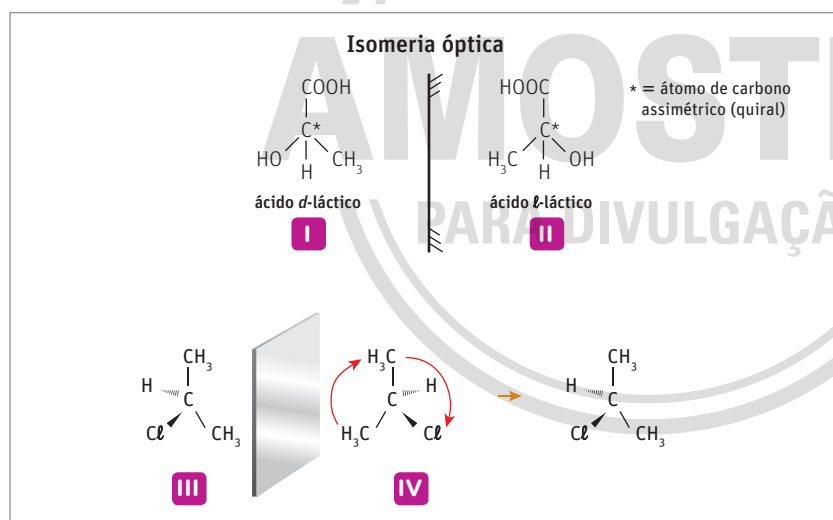
A talidomida é um medicamento que foi utilizado no final da década de 1950 por mulheres durante a gravidez. A princípio, esse medicamento apresentava-se como ótimo sedativo. Era indicado contra insônia e ansiedade. Além disso, aliviava os tão conhecidos enjoos de gravidez.

No entanto, o seu uso pelas gestantes foi associado a um dos maiores acidentes médicos registrados na história. Alguns bebês que nasceram de mulheres que ingeriram esse medicamento durante o período gestacional apresentaram deformações físicas.

A relação entre o nascimento de bebês com deformações e o uso da talidomida foi estabelecida de maneira independente por dois cientistas, um australiano (W. G. McBride) e outro alemão (W. Lenz), em 1961. Eles associaram o acidente médico a uma característica muito importante de alguns compostos orgânicos: a **isomeria óptica**.

Para saber se uma molécula apresenta isomeria óptica, utiliza-se como recurso comparar a sua estrutura com a estrutura determinada por sua imagem diante de um espelho. Se as estruturas da molécula e da sua imagem não se sobrepõem, a substância apresenta isomeria óptica.

Dois isômeros são denominados **enantiômeros** se suas moléculas guardam entre si uma relação objeto-imagem especular de modo que não possam ser sobrepostas. Se as imagens puderem ser sobrepostas sem alteração, trata-se do mesmo composto.



A molécula **I** é diferente da molécula **II**, que é a sua imagem especular. Em quaisquer posições que forem colocadas, é impossível que coincidam. Assim, diz-se que **I** e **II** são um par de enantiômeros.

No entanto, a disposição dos átomos em **III** e **IV** permite que eles se sobreponham, bastando um giro adequado. Nesse caso, **III** e **IV** não são enantiômeros, e sim moléculas de uma mesma substância.

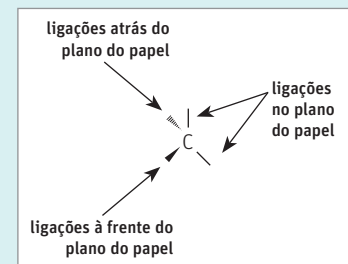
Voltemos agora ao problema da talidomida. Esse medicamento, assim como muitos compostos orgânicos, apresenta isomeria óptica. E cada um dos enantiômeros pode reagir de maneira completamente diferente quando está em um organismo vivo.

Enquanto um dos isômeros funciona como excelente sedativo e também contra enjoos, o outro é teratogênico, ou seja, capaz de promover anomalias congênitas. A talidomida foi comercializada como uma mistura dos dois isômeros. Eis o motivo pelo qual a talidomida tornou-se tão nociva.

Você se lembra?

A representação tridimensional do carbono

Na representação espacial de moléculas orgânicas emprega-se uma simbologia convencionada para representar a disposição espacial dos átomos ou grupos.



SAIBA MAIS

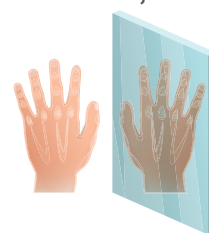
A origem da palavra “quiral”

A palavra **quiral** origina-se de *khéir*, que em grego significa mão.

Observe as nossas mãos: a mão esquerda corresponde à imagem no espelho da mão direita.

No entanto, quando tentamos fazer a sobreposição, ou seja, colocar a palma da mão esquerda sobre as costas da mão direita, é fácil concluir que elas não coincidem.

Representação especular de um objeto



Sobreposição do objeto e imagem



Acima, a imagem especular da mão esquerda se parece com a mão direita. Abaixo, mão esquerda e direita sobrepostas. Uso de cores-fantasia.

Ilustrações: AMJ Studio/ID/BR

Reconhecimento da isomeria óptica

Os isômeros planos e geométricos possuem propriedades físicas (temperaturas de fusão, temperaturas de ebulição, densidade, etc.) diferentes. A temperatura de ebulição do etanol ($\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$), por exemplo, é diferente da temperatura de ebulição do éter dimetílico ($\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$).

Em relação aos isômeros ópticos, não é observada essa diferença nas propriedades físicas. Os enantiômeros podem ser diferenciados pela propriedade de desviar o plano da luz polarizada.

A polarização da luz

A luz branca é o resultado da emissão de radiação de todos os comprimentos de onda do espectro visível. De maneira geral, quando uma luz branca é emitida, seus raios se propagam em todos os planos.

A luz polarizada pode ser obtida por meio de um aparelho chamado polarizador, que tem a capacidade de direcionar os feixes de luz em um único plano.

Dessa maneira, pode-se definir a luz polarizada como aquela que se propaga em um único plano.

A luz polarizada e a isomeria óptica

A atividade óptica de um composto pode ser determinada quando este é colocado em um aparelho chamado polarímetro. Quando o teste é feito, há três resultados possíveis. No primeiro deles, não se observa o desvio do plano de propagação da luz. Nos outros dois, o plano de propagação da luz pode ser desviado para a direita ou para a esquerda. Assim, podemos classificar os compostos de acordo com a forma como desviam a luz polarizada. Essa classificação é chamada de **configuração relativa**.

- **Levógiras.** São as substâncias que desviam o plano da luz polarizada para a esquerda. São representadas pela letra *l* ou pelo sinal (-) na frente do nome.
- **Dextrógiras.** São assim chamadas as substâncias que desviam para a direita o plano da luz polarizada. Esses enantiômeros são indicados pela letra *d* ou pelo sinal (+) na frente do nome.

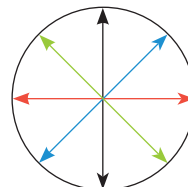
Se nenhuma alteração na direção da luz é observada, é possível que o composto seja opticamente inativo ou que haja uma mistura com quantidades idênticas dos isômeros *d* e *l*.

Quando os isômeros *d* e *l* estão presentes na mesma quantidade, temos uma mistura chamada **racêmica**, ou **racemato**. Nessa mistura, o isômero *d* desvia a luz polarizada em um certo ângulo para a direita e o isômero *l* desvia a luz polarizada no mesmo ângulo para a esquerda. Como ambos estão presentes na mesma concentração, o somatório dos desvios é nulo e a luz polarizada acaba não sendo desviada.

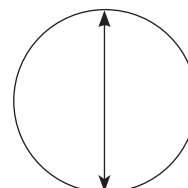
Representação de três possíveis resultados observados para testar a atividade óptica de uma amostra. Em **A**, a substância analisada é dextrógira, em **B** é levógira e em **C** a substância não possui atividade óptica ou é uma mistura racêmica. Uso de cores-fantasia.



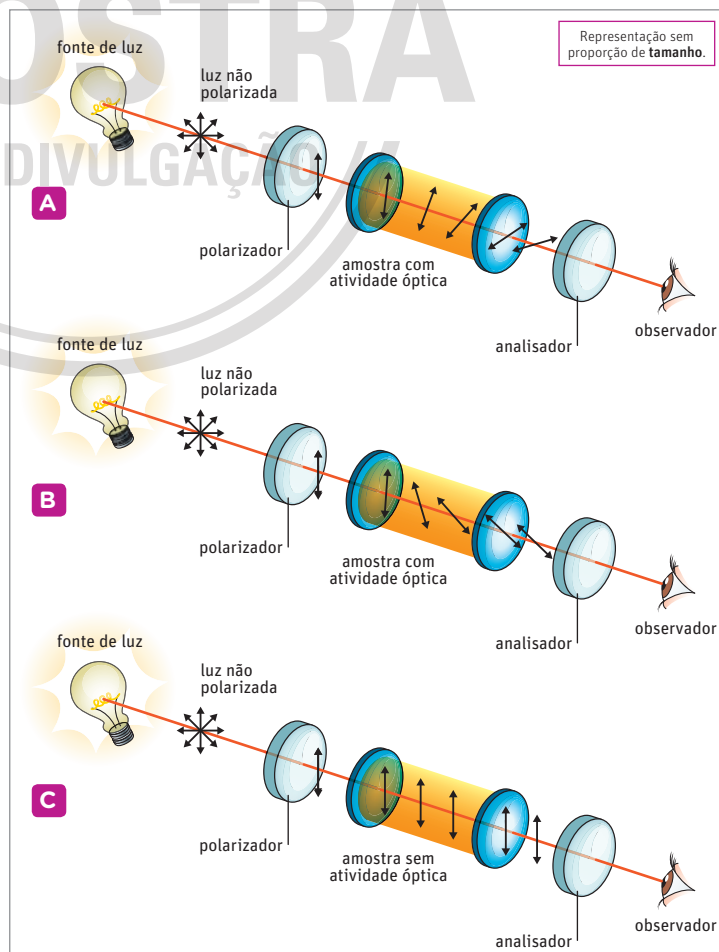
Lâmpada incandescente.



luz não polarizada: vibração em diversos planos



luz polarizada: vibração em apenas um plano



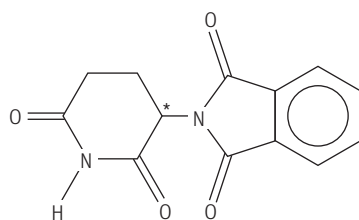
Ilustrações: AMJ Studio/DJBR

Assimetria molecular e isomeria óptica

Como já foi dito, para que um composto seja opticamente ativo, é necessário que suas moléculas sejam assimétricas.

Para entender a assimetria molecular, é preciso avaliar mais detalhadamente sua estrutura.

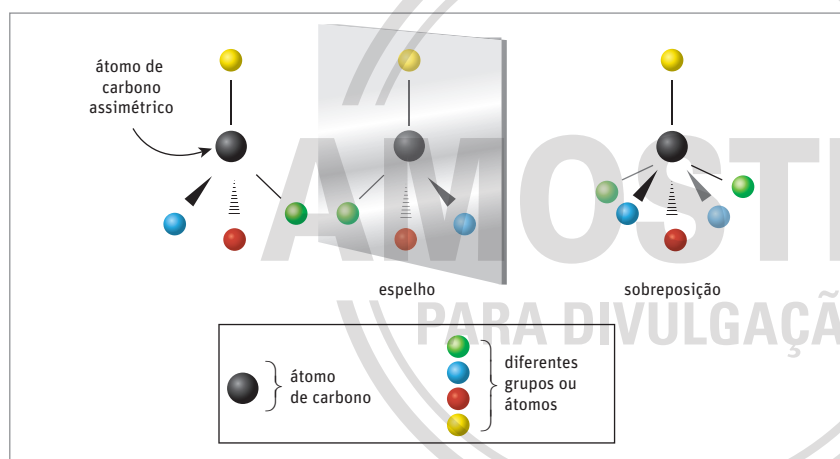
Na talidomida, por exemplo, representada pela fórmula ao lado, o ponto localizado com asterisco (*) na figura corresponde ao átomo de carbono assimétrico, ou seja, é o átomo de carbono cujas quatro ligações covalentes são feitas com diferentes átomos ou grupos de átomos.



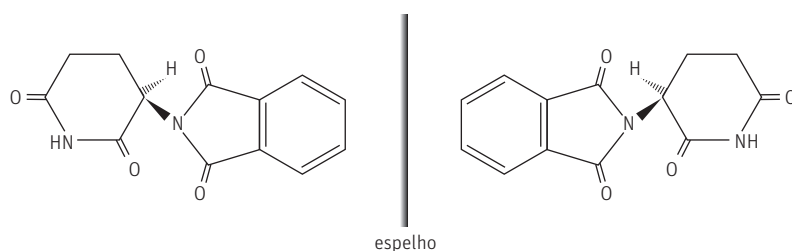
fórmula molecular da talidomida

Ao representar em três dimensões uma molécula que contém um átomo de carbono assimétrico, ou quiral, e colocar em frente do espelho, obtém-se uma imagem que não poderá ser sobreposta à molécula original.

Observe a figura a seguir (cores-fantasia). Quando se tenta sobrepor a imagem formada no espelho (imagem especular) ao objeto, não se consegue obter exatamente a mesma estrutura (representação fora de proporção).



Voltando para o caso da talidomida, verifica-se que a presença de átomo de carbono assimétrico faz com que a molécula tenha uma imagem não sobreponível, o que corresponde a outra substância.



Assim, temos os dois isômeros da talidomida.

Na época em que os acidentes genéticos começaram a ser relatados, esse medicamento era administrado como uma mistura equimolar dos dois enantiômeros, ou seja, não havia a preocupação de separar os isômeros e fornecer como medicamento apenas o isômero que apresentava propriedades sedativas. Se tivesse havido esse cuidado, provavelmente os problemas decorrentes do uso da talidomida não teriam acontecido.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

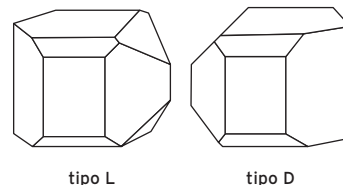
Descobrimto da isomeria óptica

O ácido *d*-tartárico é um composto encontrado nas uvas. Por volta de 1820, Charles Kestner, fabricante de produtos químicos, descobriu uma forma de ácido tartárico que não rotacionava o plano da luz polarizada. Gay-Lussac chamou-a de ácido racêmico.

O comportamento óptico do ácido tartárico e de seus sais foi estudado com o uso da luz polarizada por Louis Pasteur. O cientista notou que os cristais de sais de ácido tartárico produzidos pela uva eram todos iguais. Contudo, aqueles provenientes do ácido racêmico eram diferentes. Para entender o porquê dessa diferença, Pasteur, em um exercício de paciência, separou manualmente os cristais com o auxílio de uma pinça e uma lupa. Em seguida, preparou soluções de cada um deles e observou que cada uma delas rotacionava a luz polarizada para lados diferentes. Quantidades iguais dessas substâncias, quando analisadas, não apresentavam diferença na rotação da luz polarizada.

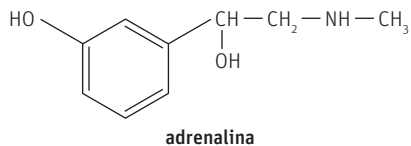
Os trabalhos posteriores de Van't Hoff e Le Bel conseguiram explicar essa propriedade por meio da quiralidade que certos compostos apresentam em decorrência da forma tetraédrica do carbono.

Fonte de pesquisa: BAGATIN, O. et al. Revista *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 21, p. 34-38, maio 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a07.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2016.



Exemplos de cristais formados por estruturas assimétricas.

- Dois compostos isolados, ao serem analisados, deslocam a luz polarizada em direções diferentes: um para a esquerda, outro para a direita. Quando misturados em quantidades iguais, o desvio da luz polarizada não é observado. Explique esse fenômeno utilizando os termos técnicos estudados neste capítulo.
- A adrenalina, substância de fórmula estrutural abaixo,



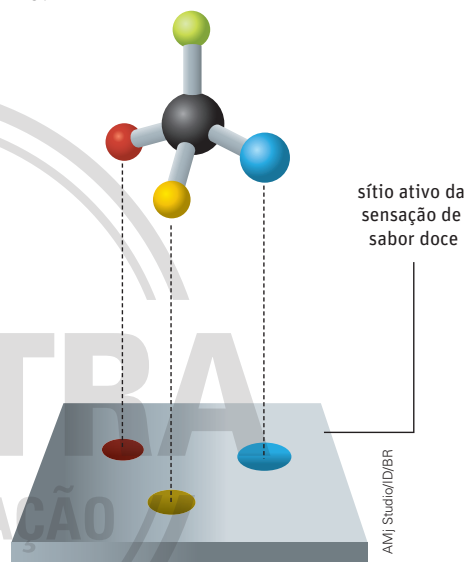
é produzida pelas glândulas suprarrenais em situações de estresse físico ou mental. O aumento da concentração de adrenalina prepara o organismo para situações de risco. Para isso há aumento do batimento cardíaco, contração dos vasos sanguíneos (o que acelera o fluxo de sangue), etc. Isso pode provocar infarto em pessoas que apresentem algum tipo de obstrução nas artérias.

Em relação à adrenalina, pode-se afirmar corretamente que:

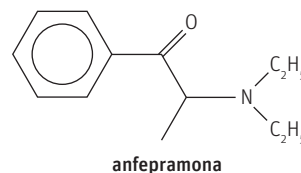
- apresenta os grupos funcionais álcool e amina secundária.
 - apresenta atividade óptica por ser formada de moléculas assimétricas.
 - o centro quiral da molécula está no átomo de carbono do anel aromático ligado ao grupo OH.
 - a fórmula molecular da adrenalina é $C_9H_9O_2$.
- Utilizando a fórmula estrutural do exercício anterior, indique o que aconteceria com a atividade óptica do composto caso fossem substituídos os dois grupos $-OH$ por átomos de hidrogênio. Justifique sua resposta.
 - Considere um alcano com quatro átomos de carbono. Existe alguma maneira de organizar os átomos a fim que um dos carbonos tenha atividade óptica?
 - Considere um ácido carboxílico composto de três átomos de carbono. Suponha que, numa síntese, você tenha possibilidades de adicionar ao carbono central outros grupos orgânicos substituintes.
 - Desenhe o isômero óptico mais simples desse ácido que poderia ser sintetizado.
 - Desenhe a estrutura tridimensional e sua imagem especular.
 - Qual seria a nomenclatura do novo composto?

- Com relação aos efeitos fisiológicos, sabe-se que na natureza existem diversos enantiômeros que na maioria das vezes possuem propriedades muito distintas. Um exemplo interessante é o aminoácido asparagina. Um dos enantiômeros da asparagina estimula o sítio ativo das papilas gustativas, produzindo a sensação de sabor doce. No entanto, a outra forma não produz o mesmo efeito.

Observando o esquema abaixo (cores-fantasia) explique por que a outra forma do enantiômero da asparagina não produz a sensação de sabor doce. Represente por meio de desenhos em seu caderno.



- Uma das substâncias presentes em drogas psicoestimulantes é a anfepramona (fórmula abaixo).



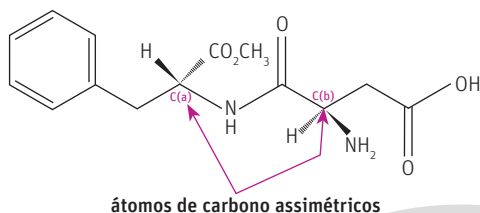
- Copie a fórmula dessa molécula em seu caderno e identifique, por meio de um círculo, o átomo de carbono quiral.
- Para todos os compostos abaixo, indique quais devem ter atividade óptica ou não. No caso dos que têm atividade óptica, indicar o carbono assimétrico e escrever a representação espacial dos enantiômeros.
 - 3-cloropentano
 - 2-bromobutano
 - 2-metilpropano
 - 1-cloro-2-bromobutano.
 - 2-etilpentano

Quantidade de átomos de carbono assimétricos e número de isômeros ópticos

Até agora, foi visto que, quando uma molécula orgânica apresenta um átomo de carbono assimétrico, ela possui um par de enantiômeros.

Assim, quando existe apenas um átomo de carbono assimétrico, tem-se um único par de isômeros ópticos.

Vamos agora considerar moléculas um pouco mais complexas, como é o caso do aspartame.



A molécula do aspartame apresenta dois centros quirais (dois átomos de carbono assimétricos ligados a grupos diferentes), aqui representados por C(a) e C(b). Como cada átomo de carbono pode assumir a conformação dextrógira ou a conformação levógira, no total, a fórmula do aspartame admite quatro isômeros ópticos.

- **Par 1.** Molécula com C(a) e C(b) apresentando configuração *d* e *d*, respectivamente. O par será o isômero no qual esses átomos de carbono apresentarão configuração *l* e *l*.
- **Par 2.** Molécula com C(a) apresentando configuração *d* e C(b) com configuração *l*. O par será C(a) com configuração *l* e C(b) com configuração *d*.

Das observações acima, conclui-se que dois enantiômeros são obtidos quando há um átomo de carbono quiral, e quatro são obtidos quando há dois átomos de carbono quirais. Quanto maior o número de átomos de carbono quirais na molécula, maior o número de isômeros ópticos que ela admite. Assim, temos que o número de enantiômeros é igual a 2^n , sendo n o número de átomos de carbono quirais dentro da molécula.

DNA: a molécula da vida é quiral

O ácido desoxirribonucleico, conhecido pela sigla DNA, é considerado como a “molécula da vida”. Essa estrutura é composta de sequências de aminoácidos de diversos tipos, que são quirais. O DNA foi descoberto no século XIX, mas sua estrutura tridimensional só veio a ser elucidada na década de 50, no século XX. Rosalind Franklin, bióloga molecular e especialista em raios X, foi uma das cientistas pioneiras no estudo da tridimensionalidade dessa molécula. Seus estudos tiveram um papel crucial na elucidação da estrutura tridimensional dessa molécula. A imagem conhecida como Fotografia 51 corresponde à estrutura de raio X obtida por Rosalind. Em 1953, outros dois cientistas, James Watson e Francis Crick publicaram o primeiro trabalho sobre a estrutura do DNA. Há relatos de que a foto de Rosalind forneceu a informação que Watson e Crick precisavam para propor a estrutura em dupla hélice.



Fotografia do raio X do DNA obtida por Rosalind Franklin em 1953.

Fonte de pesquisa: *Journal of Chemical Education*. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20130204200852/http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEWWW/Features/eChemists/document.php?chemid=14>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

SAIBA MAIS

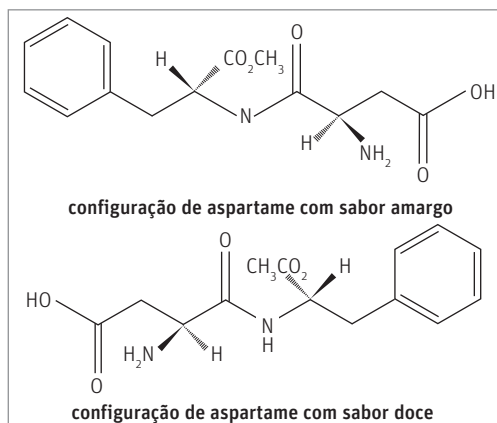
Os isômeros do aspartame e suas propriedades adoçantes

O aspartame é uma substância comumente utilizada para adoçar alimentos. Isso ocorre porque seu potencial adoçante é 180 vezes maior que o da sacarose, apesar de as duas substâncias serem similares em termos calóricos. Conseqüentemente, uma menor quantidade de aspartame deve ser adicionada ao alimento para que o mesmo sabor doce seja obtido.

Por apresentar dois átomos de carbono assimétricos, o aspartame possui dois pares de enantiômeros.

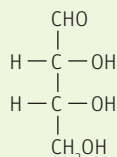
O sabor adocicado corresponde a um dos enantiômeros. O sabor amargo corresponde ao seu isômero óptico.

Fonte de pesquisa: BAGATIN, O. et al. *Revista Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 21, p. 34-38, maio 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a07.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2016.



EXERCÍCIO RESOLVIDO

9. Para a substância representada abaixo:

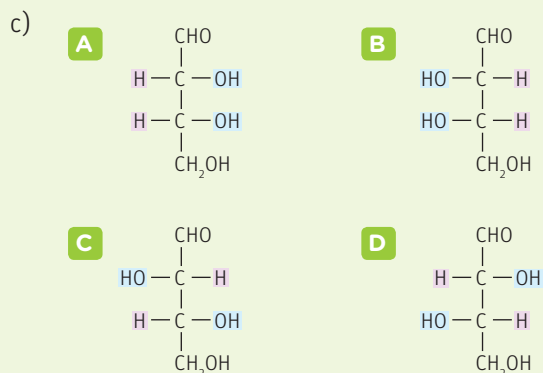


- Qual o número de átomos de carbono assimétrico?
- Qual o número de isômeros ópticos possíveis?
- Desenhe e compare as estruturas dos isômeros ópticos.

Resolução

- Há dois átomos de carbono assimétricos (que estão nas posições 2 e 3 na cadeia carbônica).
- O número de isômeros ópticos é igual a 2^n , onde n é o número de átomos de carbono assimétricos

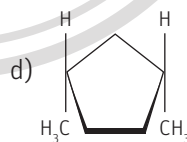
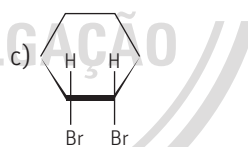
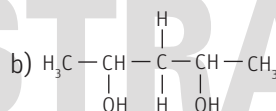
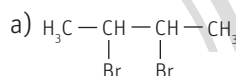
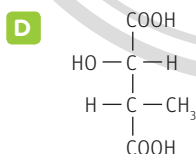
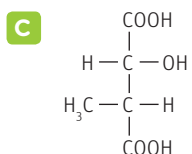
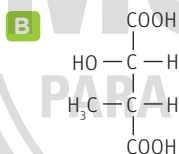
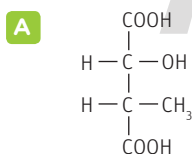
presentes na molécula. Portanto, a substância em questão apresenta 4 isômeros ópticos.



A e **B** são imagens especulares entre si, assim como **C** e **D**. Portanto, **A** e **B** representam um par de enantiômeros, enquanto **C** e **D** representam outro par de **enantiômeros**.

10. Volte na página anterior e observe a configuração da molécula de aspartame e diga quantos isômeros ópticos são possíveis para essa molécula.

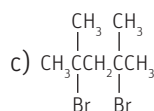
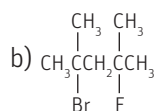
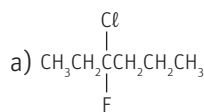
11. Considere as quatro moléculas representadas a seguir.



Determine o número de átomos de carbono assimétrico em cada molécula.

12. Compostos com dois átomos de carbono quirais e um plano de simetria são classificados como **compostos meso**. Por causa do plano de simetria que divide a molécula em duas metades iguais, os compostos meso não apresentam isomeria óptica, pois enquanto um dos átomos de carbono assimétrico desvia a luz polarizada de um ângulo α para a direita, o outro desvia a luz polarizada de um ângulo também α para a esquerda; portanto, o desvio final será nulo. Considerando essas informações, identifique nas moléculas representadas a seguir os átomos de carbono quirais e o plano de simetria das moléculas. Existe algum composto meso? Justifique suas respostas.

13. Determine o número de isômeros ópticos possíveis para os compostos representados a seguir. Explique.



Atividade experimental

Isomeria óptica do ácido láctico

Objetivo

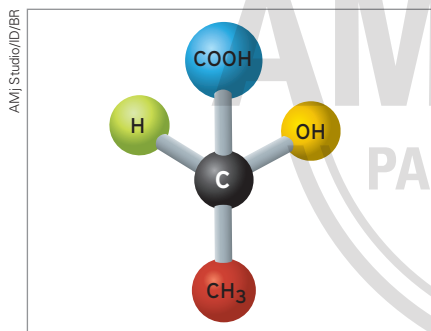
Visualizar por meio de modelos o fenômeno da isomeria óptica.

Material

- esferas de isopor
- palitos de churrasco
- tinta plástica azul, verde, amarela, vermelha e preta
- pincel
- espelho

Procedimento

1. Utilize esferas de isopor e palitos de churrasco para montar uma molécula tetraédrica. Nessa molécula, o átomo central é o de carbono, e as esferas ligadas a ele representarão os grupos —COOH , —OH , —CH_3 e —H , que formam a molécula do ácido láctico. Escolha uma cor para cada um desses grupos e pinte as esferas de isopor com a tinta plástica, como no exemplo a seguir.



Modelo da molécula do *d*-ácido láctico. Cores-fantasia.

2. Coloque o modelo diante de um espelho. Observe a imagem formada no espelho e a desenhe no seu caderno.
3. Agora, construa um modelo idêntico ao desenhado no seu caderno, respeitando o esquema de cores.
4. Depois de montado o novo modelo, tente sobrepor-lo ao original.

Resíduos

As esferas de isopor e os palitos de churrasco podem ser utilizados para representar outras moléculas.



Atleta de ciclismo fazendo um teste de limiar de lactato num laboratório de fisiologia. O lactato é uma substância produzida pelo nosso organismo, principalmente quando submetido a atividade física intensa. Dessa forma, o teste de limiar de lactato dá indícios do nível de preparo físico de um atleta.

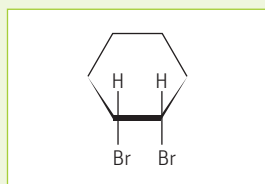
Analise e discuta

1. Dê o nome oficial da molécula de ácido láctico.
2. Se o modelo original representa a molécula do *d*-ácido láctico, qual isômero óptico dessa molécula foi formado na imagem do espelho?
3. Por que não é possível sobrepor uma molécula à outra? Se substituíssemos o grupo —OH por um átomo de hidrogênio, as moléculas poderiam ser sobrepostas? Justifique.
4. A molécula do *d*-ácido láctico desvia o plano de luz polarizada? Em caso afirmativo, para qual lado (esquerdo ou direito)? Justifique.
5. Pode-se dizer que o átomo de carbono central da molécula do *d*-ácido láctico é simétrico? Justifique.

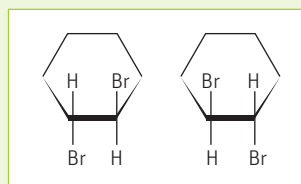
EXERCÍCIO RESOLVIDO

14. Desenhe as formas *cis* e *trans* da molécula 1,2-dibromociclo-hexano. As formas *cis* e *trans* apresentam isomeria óptica? Justifique.

Resolução



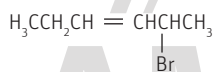
cis-1,2-dibromociclo-hexano



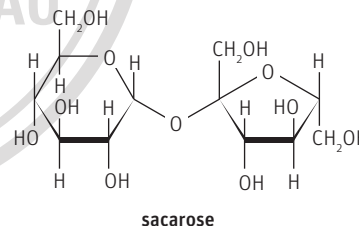
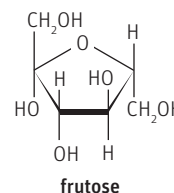
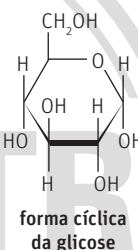
trans-1,2-dibromociclo-hexano

Tanto a forma *cis* quanto a forma *trans* apresentam dois átomos de carbono assimétricos. Entretanto, a forma *cis* possui um plano de simetria e, portanto, é opticamente inativa. A forma *trans* não apresenta plano de simetria e, portanto, existe na forma de dois isômeros opticamente ativos que são imagens especulares entre si.

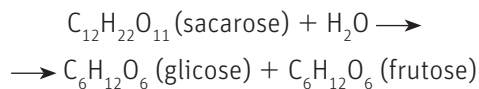
15. Considere o composto representado a seguir e responda ao que se pede.



- Há algum átomo quiral? Se positivo, qual seria a imagem especular dele?
- Qual outro tipo de isomeria pode ser encontrado? Se positivo, escreva as formas possíveis.
- Suponha que a dupla-ligação seja quebrada e um número adequado de hidrogênios seja adicionado para completar as 4 ligações dos carbonos. As moléculas resultantes terão isomeria óptica?



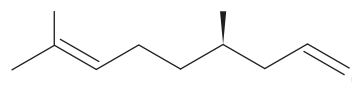
16. Em muitos produtos alimentícios, os ingredientes informados na embalagem podem indicar a presença de açúcar invertido no alimento. O açúcar invertido corresponde à hidrólise da sacarose gerando duas outras substâncias de açúcar, a glicose e a frutose. A reação de hidrólise da sacarose pode ser representada pela equação química a seguir.



O açúcar resultante é chamado de invertido pelo fato de deslocar a luz polarizada para a esquerda, em sentido inverso ao da sacarose.

Com base nas estruturas da glicose, da frutose e da sacarose (representadas na coluna ao lado), verifique quantos átomos de carbono assimétricos há em cada caso.

17. A citronela é uma planta cujo extrato tem sido muito utilizado como repelente contra o *Aedes aegypti*, o mosquito que transmite várias doenças, entre elas a dengue e a zika. O princípio ativo responsável pela propriedade repelente é chamado de citrionelal, com a fórmula molecular abaixo:



De acordo com seus conhecimentos, responda:

- Quais as funções orgânicas existentes na molécula?
- Há átomos de carbono quirais? Quantos?
- Desenhe a estrutura tridimensional da molécula, juntamente com seu isômero óptico.
- Há outro tipo de isomeria nessa molécula?

Há algo no ar: a química dos perfumes

[...]

Os perfumes são acessórios para estimular nossa autoestima. Ou seja, são complementos e não necessidade absoluta, como é o caso [...] de alguns medicamentos. Isso tem uma correlação direta com o preço das matérias-primas que compõem os perfumes. Em consequência, seu processo de obtenção deve ser relativamente simples, com o emprego de reagentes pouco dispendiosos e focados para a obtenção de produtos com alto rendimento, de modo a justificar seu uso. Aspecto importante na química dos odorantes está relacionado à questão das impurezas. No processo de síntese de um produto, é comum serem gerados subprodutos, indesejáveis, e que devem ser removidos para atestar a alta pureza da substância que se quer produzir. [...] Isso não é incomum na química da perfumaria e, mesmo em pequeníssima concentração, alguns subprodutos podem descaracterizar o aroma desejado, reduzindo sua qualidade [...]. Essa questão tem fortes implicações no caso de materiais fragrantes quirais.

[...]

Sabemos que os nossos cinco sentidos principais são quirais. A audição, na qual menos percebemos essa influência, é capaz de diferenciar os sons entre o ouvido da esquerda e o da direita. A visão e o tato diferenciam objetos dispostos com arranjos quirais. O paladar também responde a essa propriedade [...]. No olfato, essa diferenciação é quase corriqueira. Moléculas com os mesmos elementos químicos, dispostos no plano com a mesma relação de afastamento, mas com arranjos espaciais diferentes – chamamos essas espécies de enantiômeros –, são capazes de disparar sensações olfativas

REZENDE, C. M. Há algo no ar – A química e os perfumes. Revista *Ciência Hoje*, ed. 283, 2011. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/283/pdf_aberto/haalgonoar283.pdf/view?searchterm=quiral>. Acesso em: 14 abr. 2016.



Museus Castro Maia, Rio de Janeiro

Botica, pintura de Jean-Baptiste Debret, de 1823, que retrata um estabelecimento comercial da época, as boticas. Nesses locais se produziam e comercializavam alguns medicamentos e perfumes. Aquarela sobre papel, 15, 2 cm × 21, 2 cm.

distintas em nosso organismo e nos animais em geral. Quimicamente, essa questão é de grande complexidade e gera dificuldades na hora de sintetizar cada uma das espécies puras. A síntese de produtos quirais – seja para a produção de remédios e fragrâncias, seja para a de novos materiais – exige muita pesquisa e tecnologia na área de catalisadores (substâncias que aceleram as reações químicas sem, em geral, participar delas). As essências das plantas presentes em cada perfume, produto de limpeza ou alimento aromatizado são constituídas de espécies quirais, produzidas com enorme eficiência por meio de mecanismos ultraespecíficos (à base de enzimas). Os químicos imitam a natureza e, com técnicas a cada dia mais sensíveis, esmiúçam o complexo funcionamento de plantas e animais na busca por substâncias aromáticas desconhecidas. Afinal, nunca se sabe de onde sairá a molécula que se tornará o novo paradigma da indústria de perfumes.

PARA DISCUTIR

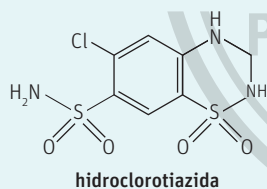
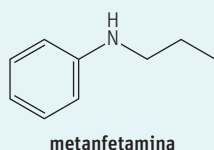
1. De acordo com o texto, o que pode descaracterizar o aroma desejado?
2. Explique como a quiralidade pode afetar a qualidade de uma fragrância de acordo com o olfato.
3. O que fazem os químicos no que diz respeito aos aromas?

18. (Enem) O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada.

A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é

- $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}_2$
- $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$
- $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$

19. (UFPR) As principais substâncias utilizadas no *doping* no esporte são classificadas como estimulantes, esteroides e diuréticos. São exemplos dessas classes, respectivamente, metanfetamina, testosterona e hidroclorotiazida, cujas estruturas são mostradas a seguir.



A partir das estruturas das três substâncias, analise as afirmativas a seguir:

- A testosterona possui seis carbonos quirais.
- A metanfetamina possui dois isômeros ópticos.
- A hidroclorotiazida possui isômeros geométricos.
- As três substâncias utilizadas em *doping* apresentam algum tipo de isomeria.

Assinale a alternativa correta.

- Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
- Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- Somente as afirmativas 1, 2 e 4 são verdadeiras.
- Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
- Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.

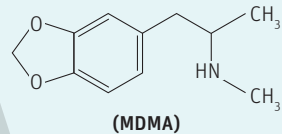
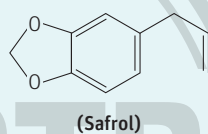
20. (UFSC) Polícia apreende 3 mil comprimidos de ecstasy em Florianópolis. Após a prisão do chefe do grupo, policiais descobriram o laboratório onde as

drogas eram produzidas. Os comprimidos de ecstasy seriam vendidos na Europa.

Disponível em: <<http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/policia/noticia/2013/08/operacao-apreende-mais-de-3-mil-comprimidos-de-ecstasy-no-pantanal-em-florianopolis-4225481.html>>. Acesso em: 21 ago. 2013.

O ecstasy ou metilendioximetanfetamina (MDMA) é uma droga sintética produzida em laboratórios clandestinos a partir de uma substância denominada safrol, extraída do sassaparilha, planta utilizada no Brasil como aromatizante em aguardentes. A droga provoca alterações na percepção do tempo, diminuição da sensação de medo, ataques de pânico, psicoses e alucinações visuais. Causa também aumento da frequência cardíaca, da pressão arterial, boca seca, náusea, sudorese e euforia. A utilização prolongada diminui os níveis de serotonina (hormônio que regula a atividade sexual, o humor e o sono) no organismo.

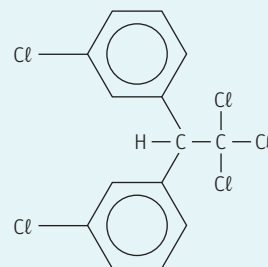
A seguir, estão apresentadas as fórmulas estruturais do safrol e do MDMA:



Assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

- A molécula de MDMA apresenta um carbono assimétrico.
- As ligações químicas das moléculas do safrol e do MDMA possuem caráter iônico.
- A fórmula molecular do safrol é $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_2$.
- A molécula de MDMA apresenta as funções orgânicas éster e amida.
- As moléculas de safrol e de MDMA apresentam isomeria espacial.
- A molécula de safrol apresenta isomeria geométrica.
- A molécula de MDMA apresenta um par de enantiômeros.

21. (Fuvest-SP) O inseticida DDT tem a seguinte fórmula estrutural.



Existem DDT levógiro e DDT dextrógiro (isômeros ópticos)? Justifique.

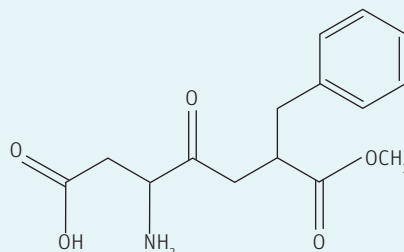
22. (UFRGS-RS) Em um cenário de ficção científica, um cientista chamado Dr. S. Cooper constrói uma máquina de teletransporte, na qual todas as ligações químicas dos compostos presentes na cabine A são quebradas, e os átomos são transportados para a cabine B, na qual as ligações são refeitas. Para o teste de teletransporte, foi escolhido o composto uísque lactona (I), presente no carvalho e um dos responsáveis pelo sabor do uísque. A figura abaixo mostra um teste hipotético, em que, colocando o composto I na cabine A, após o teletransporte, foi observado o composto II na cabine B.



Assinale a alternativa **correta** sobre esse experimento.

- O experimento foi um sucesso, pois o composto II é exatamente a mesma molécula que o composto I.
- O experimento foi um sucesso, pois, embora os compostos I e II sejam enantiômeros, eles apresentam propriedades físicas e químicas iguais.
- O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros de função.
- O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros geométricos (*trans* e *cis*).
- O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros de posição.

23. (PUC-RJ) Substâncias que possuem isomeria óptica apresentam a mesma fórmula molecular, contudo diferem entre si no arranjo espacial dos átomos.



De acordo com a estrutura representada, é possível prever que esta substância possui no máximo quantos isômeros ópticos?

- a) 2 b) 3 c) 4 d) 5 e) 6

24. (UEL-PR) No dia 31 de janeiro de 2012, quatro pessoas morreram e dezesseis foram hospitalizadas com intoxicação após a liberação de uma massa de gás ácida em um acidente ocorrido num curtume em Bataguassu (MS). Em nota, o Corpo de Bombeiros em Mato Grosso do Sul informou que o acidente aconteceu durante o descarregamento de 10 mil litros de ácido dicloro-propiónico em um dos três tanques instalados no curtume. O ácido dicloro-propiónico ou dicloro-propanoico tem ação desinfetante e é usado no tratamento do couro e na retirada de excessos e gorduras. Esse ácido, em contato com ar ou água, pode formar o ácido clorídrico, que causa irritação e intoxicação.
- Escreva a fórmula estrutural do ácido propanoico (propiónico) e dos possíveis isômeros do seu derivado dicloro-propanoico.
 - Um desses isômeros pode apresentar atividade óptica. Desenhe sua estrutura e destaque o carbono assimétrico.

Para explorar

Leia

Biocombustíveis: a energia da controvérsia, de Ricardo Abramovay. São Paulo: Editora Senac, 2009.

Os biocombustíveis são apresentados como solução definitiva para os problemas gerados pelo consumo excessivo de combustíveis derivados do petróleo. Até que ponto isso é verdade?

Moléculas, de P. W. Atkins. São Paulo: Edusp, 2005.

Nesse livro alguns fenômenos químicos do cotidiano são esclarecidos por meio de uma linguagem clara e bem-humorada.

Por que amamos: a natureza e a química do amor romântico, de Helen Fisher. Rio de Janeiro: Record, 2006.

A autora mostra que a paixão é fruto da dependência química e expõe como a humanidade desenvolveu mecanismos para garantir a reprodução da espécie.

Revista Química Nova na Escola, Sociedade Brasileira de Química, São Paulo, n. 16, nov. 2002.

O trabalho "A Química do corpo humano: tensão superficial nos pulmões" utiliza o mecanismo de ação do surfactante pulmonar como um interessante exemplo para a introdução dos conceitos de tensão superficial.

Navegue

Fármacos e a quiralidade

No artigo, Fármacos e quiralidade, de maio de 2011, é discutida a relação da quiralidade com o efeito farmacológico dos fármacos, além da forma de interação desses fármacos em um organismo animal e as respostas biológicas associadas a essa interação. Disponível em: <<http://linkte.me/bsk32>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

❖ Projeto 1

Combustão sob controle

Materiais combustíveis: características, armazenagem e utilização

O que você irá fazer

Você e seus colegas realizarão pesquisas visando à produção de um guia sobre combustíveis e sua combustão. O objetivo deste trabalho é fornecer à comunidade informações sobre as características dos combustíveis e assim prevenir acidentes, intoxicações e incêndios. Um exemplar desse guia deverá ser doado à biblioteca da escola.

Para organizar o trabalho, você e seus colegas serão divididos em oito equipes para o cumprimento das seguintes etapas:

1. Estudar características das combustões e dos materiais combustíveis mais comuns.
2. Planejar o guia (prever número de capítulos e assunto abordado em cada um deles; definir o número de páginas de cada capítulo, bem como o formato, o título, etc.).
3. Escrever a introdução e os capítulos do guia.
4. Criar a capa e fazer as ilustrações dos capítulos (gráficos, fotos, esquemas).
5. Encaminhar o material produzido para ser analisado por especialista no assunto (membro do corpo de bombeiros, químico, engenheiro, técnico em segurança, etc.).
6. Realizar as correções que forem necessárias.
7. Fazer uma revisão gramatical com a ajuda do professor de Língua Portuguesa.
8. Imprimir e encadernar uma cópia do guia para ser entregue à biblioteca da escola.

Desenvolvimento do conteúdo

Materiais combustíveis fazem parte da vida de milhões de pessoas. Além de serem usados para movimentar veículos e cozinhar alimentos, eles estão presentes em vários produtos, como desodorantes, perfumes, papéis e solventes.

Muitos acidentes ocorrem pelo desconhecimento das características desses materiais e, em geral, das combustões, como explosões e incêndios.

Um guia que divulgue informações sobre cuidados no manuseio de combustíveis constitui uma ferramenta importante para orientar as pessoas e prevenir acidentes.

A tabela a seguir apresenta um conjunto de temas que podem compor os capítulos do guia e os assuntos neles tratados. Com a ajuda do professor, discuta se esses itens são adequados e, se necessário, modifique-os.

Temas	Assuntos a serem abordados
Princípios da combustão	conceito de combustão completa e incompleta; triângulo do fogo
Combustíveis na vida diária	produtos de uso rotineiro que contêm combustíveis
Características dos combustíveis	temperatura de fusão e de ebulição; ponto de fulgor e de ebulição; faixa de inflamabilidade/explosividade
Classes de incêndios	classificação de incêndios (A, B, C e D) conforme suas causas
Princípios da prevenção de incêndios e de acidentes com materiais combustíveis	armazenagem de combustíveis; cuidados na utilização para evitar explosões, incêndios e intoxicações
Princípios da extinção de incêndios	extinção de incêndios e o triângulo do fogo; tipos de extintores e seus usos

Pesquisa

Decididos os temas, a classe deverá fazer um levantamento das informações sobre cada um deles a fim de obter informações para o guia. Veja, a seguir, possíveis fontes de pesquisa.

1. Livros
 - Fundação Roberto Marinho. *Telecurso 2000: Química*. Rio de Janeiro: Globo, 2000. v. 1, p. 94-125. As aulas 14 a 18 tratam de incêndios, suas causas e formas de prevenção.
 - Gepeq-USP. *Interações e transformações I*. São Paulo: Edusp, 2005. p. 215-255. As páginas indicadas tratam de temas relacionados aos combustíveis e à combustão.

2. Páginas de internet. Para fazer esse tipo de pesquisa, selecione *sites* confiáveis, como os de órgãos públicos, universidades e organizações especializadas. Exemplos:
 - Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Fornece fichas de diversos produtos químicos, com suas propriedades e periculosidade. Acesso em: 9 abr. 2016.
 - Merck. Disponível em: <<http://merck.com.br>>. Disponibiliza informações importantes sobre diversos produtos químicos, entre eles os combustíveis. Acesso em: 9 abr. 2016.

Tratamento das informações

Depois de coletarem os dados, você e seus colegas irão selecionar os que consideram mais importantes para a elaboração do guia, como os que se referem aos combustíveis mais comumente usados no cotidiano de sua comunidade.

Organização das ações

Equipe 1

Responsável pelo planejamento do guia

Caberá a essa equipe, com base no estudo dos temas,

- fazer o planejamento do guia: definir o título, os capítulos, o formato, etc.

Equipe 2 a 6

Responsáveis pela elaboração dos capítulos do guia

Caberá a essas equipes:

- escrever a introdução e os capítulos, cuidando para não copiarem textos de livros ou de *sites*. É preciso citar a fonte de tabelas, gráficos, figuras e esquemas.

Equipe 7

Responsável pela criação da capa, contracapas e ilustrações da obra

Além de criar a capa e as contracapas, caberá a essa equipe:

- acompanhar atentamente o trabalho das equipes responsáveis por redigir os capítulos para ilustrá-los com fotografias, esquemas, desenhos e gráficos.

Equipe 8

Responsável pela finalização do guia

Caberá a essa equipe:

- elaborar o sumário e encaminhar o guia a um especialista no assunto: pode ser um membro do corpo de bombeiros, um químico ou técnico especializado, explicando os objetivos do trabalho e solicitando uma avaliação. Depois dessa avaliação, a equipe deverá fazer a correção do texto final;
- providenciar pelo menos uma cópia encadernada do guia para ser apresentada à comunidade escolar e, na presença de pais, funcionários, professores e colegas, entregá-la à biblioteca da escola.

Avaliação do trabalho

Faça com seus colegas uma reunião para avaliar todo o processo e os resultados. Seria interessante acompanhar, com o bibliotecário, a frequência e por quem o guia está sendo consultado. Pode ser solicitado, também, o levantamento do número de consultas mensais. A cada consulta pode ser encaminhado ao leitor um questionário com as perguntas:

1. Você encontrou nesse guia as informações que buscava?
2. Que outras informações, não abordadas pelo guia, você gostaria de ter sobre o assunto?

3

Reações orgânicas

NESTA UNIDADE

- 9 Reações envolvendo hidrocarbonetos
- 10 Reações envolvendo funções oxigenadas
- 11 Reações envolvendo funções nitrogenadas, halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos

As sínteses orgânicas são reações fundamentais para a vida de todas as pessoas, pois, por meio delas, é possível obter grande variedade de produtos para diferentes finalidades. Muitos medicamentos, por exemplo, são produzidos a partir de sínteses orgânicas, bem como produtos de higiene pessoal e de limpeza (detergentes e sabões), combustíveis, aditivos alimentares (conservantes e flavorizantes), solventes e corantes, entre tantos outros.

Nos capítulos anteriores, você estudou algumas características de substâncias orgânicas contendo diferentes grupos funcionais. Nos capítulos desta unidade, você conhecerá um pouco mais das reações que podem ser realizadas com essas substâncias.

QUESTÕES PARA REFLETIR

1. Com base em seus conhecimentos, quais produtos utilizados por você em seu dia a dia (além dos mostrados nas fotografias) são produzidos através de reações orgânicas?
2. O etanol pode ser obtido, entre vários processos, pela fermentação dos açúcares presentes na cana-de-açúcar. Escreva a equação da fermentação da glicose (um tipo de açúcar), cujos produtos são etanol e CO_2 .

Imagem da página ao lado:

Medicamentos (A), sabões (B) e cosméticos (C) são produzidos por meio de sínteses orgânicas, bem como o etanol, que pode ser obtido a partir da cana-de-açúcar (D), por exemplo.



9

Reações envolvendo hidrocarbonetos

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Reações de alcanos.

Reações de alcenos.

Reações de alcinos.

Reações de dienos.

Reações de cicloalcanos.

Reações de cicloalcenos.

Reações de hidrocarbonetos aromáticos.



Centro Nacional de Estudos Espaciais, Paris/AFP

Lançamento do foguete Ariane 5 da base de Kourou, na Guiana Francesa, em 9 de março de 2016, que colocou em órbita o satélite Eutelsat 65 West, cuja função é expandir os serviços de internet banda larga na América Latina, especialmente no Brasil.

O nitrometano (CH_3NO_2) - usado como combustível em foguetes, carros de corrida e aeromodelos - é obtido a partir da reação do metano com o ácido nítrico. Comparativamente, a queima de 1 kg de gasolina necessita de 14,6 kg de oxigênio; já a de 1 kg de nitrometano consome apenas 1,7 kg de oxigênio, ou seja, o nitrometano é 8,7 vezes mais eficaz que a gasolina nas mesmas condições atmosféricas.

O nitrometano mistura-se ao etanol e à gasolina e, por esse motivo, é vendido como aditivo para melhorar

o desempenho dos carros. O problema é que esse aumento de potência pode comprometer a vida útil do motor.

Você imagina por que não se usa o nitrometano como combustível no dia a dia?

A reação química entre metano e ácido nítrico, que produz o nitrometano, é um tipo de transformação química conhecida como reação de substituição. Neste capítulo você vai estudar alguns tipos de reações que envolvem hidrocarbonetos.

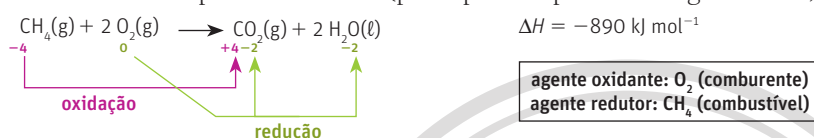
Reações de alcanos

Uma das principais reações de alcanos é a **combustão**, uma reação de oxirredução na qual os átomos de carbono de um hidrocarboneto se oxidam e os de oxigênio presentes no O_2 se reduzem. A participação do oxigênio do ar é fundamental nessas reações. Dependendo do combustível e da quantidade de comburente disponível, podem ocorrer a formação de diferentes produtos e a liberação de diferentes quantidades de energia.

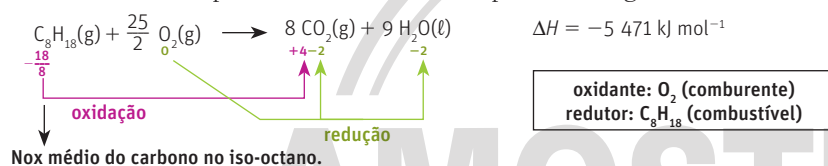
Combustão completa

A **combustão completa** de compostos orgânicos implica a ruptura da cadeia carbônica e oxidação total de todos os átomos de carbono presentes nas moléculas. No caso de hidrocarbonetos, os produtos formados são exclusivamente CO_2 (dióxido de carbono) e H_2O .

- Combustão completa do metano (principal componente do gás natural)



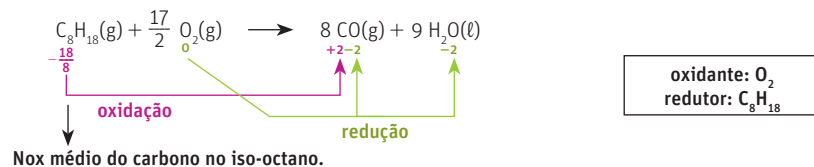
- Combustão completa do iso-octano (componente da gasolina)



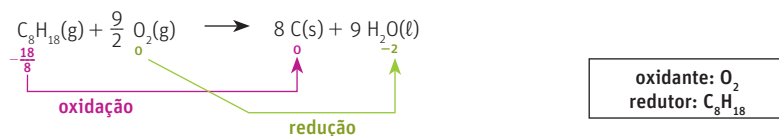
O valor representado abaixo do símbolo do carbono no iso-octano corresponde ao Nox médio dos átomos de carbono na substância. O valor fracionário indica a média entre os diferentes valores de Nox dos átomos de carbono na molécula. Na combustão completa, todos os átomos de carbono atingem seu Nox máximo, ou seja, +4, ao se transformarem em CO_2 .

Combustão incompleta

Quando a concentração de gás oxigênio é insuficiente ou quando há um grande número de átomos de carbono nas moléculas do combustível – que consomem grandes quantidades de O_2 com grande rapidez –, é provável a ocorrência de **combustão incompleta**, com formação de CO e H_2O .



É comum a formação de uma mistura de produtos durante a queima de combustíveis, pois, além das combustões completa e incompleta discutidas, podem ocorrer formação de fuligem (C) e outras reações secundárias.



A formação de CO e fuligem (C) resulta da oxidação parcial dos átomos de carbono. Sua formação implica menor energia gerada, se comparada com a mesma quantidade de combustível em combustão completa.

Nas combustões, as ligações dos átomos de carbono são rompidas.

SAIBA MAIS

Queimadas e emissões atmosféricas



Edson Silva/Folhapress

Queimada em região próxima a Ribeirão Preto (SP), em 2014.

Queimada é uma combustão incompleta ao ar livre, e depende do tipo de matéria vegetal que está sendo queimada, de sua densidade, umidade, etc., além de condições ambientais, em especial a velocidade do vento. Por ser uma combustão incompleta, as emissões resultantes constituem-se inicialmente em monóxido de carbono (CO) e matéria particulada (fuligem), além de cinza de granulometria variada. Resultam também dessa combustão compostos orgânicos simples e complexos representados pelos hidrocarbonetos (HC), entre outros compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, como matéria orgânica policíclica [...], compostos de grande interesse em termos de saúde pública, pelas características de alta toxicidade de vários deles. Como nas queimadas a combustão se processa com a participação do ar atmosférico, há também emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x), [...] ozônio (O_3) [...] e os aldeídos.

[...]

[...] O efeito pode ir de intoxicação até a morte por asfixia, pela redução da concentração de oxigênio em níveis críticos e pela elevação no nível de monóxido de carbono, que compete com o oxigênio na sua ligação com a hemoglobina. [...]

RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Efeitos das queimadas na saúde humana. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 16, n. 44, jan./abr. 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S01103-40142002000100008>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

Reações de substituição nos alcanos

Os alcanos também participam de reações em que a cadeia carbônica é mantida com a mesma estrutura carbônica que a original, mas tendo um ou mais átomos de hidrogênio substituídos por átomos de outros elementos ou por grupos orgânicos. Essas reações são chamadas de **reações de substituição**.

Veja a seguir alguns exemplos:

Reações com halogênio (X_2)

Esse tipo de reação pode ser representado genericamente por:



em que **R** é um grupo alquila e **X** um átomo de halogênio.

Um exemplo desse tipo de reação é a obtenção de clorometano, também chamado de cloreto de metila, um gás que nas condições ambientes é inflamável e apresenta fórmula H_3C-Cl . Observe a equação:



Essa reação requer, para a sua ocorrência, temperaturas da ordem de $450^\circ C$.

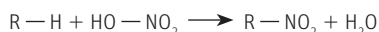
Observe que na reação há substituição, na estrutura da substância orgânica, de um átomo de hidrogênio por um de cloro.

Reações com maior proporção de cloro podem gerar produtos mais substituídos, como o diclorometano (CH_2Cl_2) – substância usada no passado como um dos componentes do corretivo líquido; triclorometano ($CHCl_3$) – substância líquida na temperatura ambiente, mais densa que a água e conhecida por clorofórmio; e tetraclorometano (CCl_4) – substância líquida na temperatura ambiente, mais densa que a água e conhecida por tetracloreto de carbono.

O diclorometano foi utilizado por algum tempo para solubilizar a cafeína do café e, assim, descafeiná-lo. No início da década de 1980, ele começou a ser substituído pelo etanoato de etila. Atualmente, usa-se dióxido de carbono para esse procedimento.

Reações com ácido nítrico ($HO-NO_2$)

Os alcanos, sob condições adequadas de pressão e temperatura, reagem com ácido nítrico concentrado, originando nitrocompostos. Genericamente, esse tipo de reação pode ser representado por:



Veja, por exemplo, a obtenção do nitrometano, composto citado no texto de abertura deste capítulo.



O nitrometano é utilizado como aditivo para combustíveis de automóveis e como combustível de aeromodelos e automodelos.

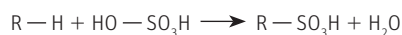


O nitrometano é um dos combustíveis usados em aeromodelos.

Markus Scholtz/gpa/Corbis/Photoarena

Reações com ácido sulfúrico ($HO-SO_3H$)

De forma análoga à reação com ácido nítrico, alcanos reagem com ácido sulfúrico concentrado formando ácidos sulfônicos. Esse tipo de reação pode ser genericamente representado por:



Observe, como exemplo, a reação do etano com ácido sulfúrico concentrado, obtendo como produto o ácido etanossulfônico:



Reações de alcenos

Além de reações de combustão, que ocorrem com todos os hidrocarbonetos, os alcenos, em decorrência da presença da dupla-ligação entre átomos de carbono, participam de outros tipos de reações, como as **reações de adição** à dupla, nas quais há ruptura de uma das ligações e adição de outros átomos ou grupos à cadeia.

Alcenos também são oxidados por agentes oxidantes como permanganato de potássio e ozônio.

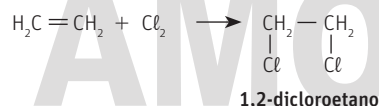
Reações de adição nos alcenos

O uso dos plásticos vem se intensificando na composição dos produtos que fazem parte do nosso cotidiano (computadores, tubulações, canetas, brinquedos, etc.). Uma das substâncias que serve como ponto de partida para a obtenção de vários deles é o eteno (etileno).

O eteno ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$) é obtido, geralmente, como subproduto do craqueamento de frações do petróleo de faixa de temperaturas de ebulição mais elevadas.

Trata-se de um gás incolor, combustível, que apresenta temperatura de fusão -169°C e temperatura de ebulição -103°C . Pode também ser usado como anestésico e na obtenção de plásticos como o polietileno e o cloreto de polivinila (PVC).

Em uma das etapas da obtenção do PVC, o eteno é clorado, segundo a equação:



Além de reagir com uma diversidade maior de substâncias, o eteno reage mais facilmente que o etano, pois este último reage por substituição. Essa diferença de reatividade pode ser justificada pelas energias de ligação:



Por exemplo, na reação de etano com cloro, para formar a mesma molécula (1,2-dicloroetano), duas ligações $\text{C}-\text{H}$ são rompidas; já na reação de eteno com cloro, é rompida uma das ligações da dupla-ligação $\text{C}=\text{C}$.

Observa-se que a energia necessária para romper um mol de ligações duplas é menor do que o dobro da energia necessária para romper um mol de ligações simples. Isso indica que uma das ligações da dupla é mais fraca.

De forma análoga, a energia necessária para romper um mol de ligações triplas é menor do que a necessária para romper três mols de ligações simples. Há, portanto, pelo menos uma ligação que é rompida com menos energia do que a gasta para quebrar a ligação simples entre átomos de carbono e entre átomos de carbono e hidrogênio.

É importante ressaltar que esses valores de energias de ligação são valores médios, obtidos com várias substâncias e, portanto, variam de uma substância para outra.

As demais substâncias insaturadas com duplas ou triplas-ligações são, também, mais reativas que as correspondentes substâncias saturadas.



Objetos feitos de PVC: tubulações, mangueiras, filmes de PVC, espátulas de pedreiro e pregadores.

Paulo Ochandio/Acervo do fotógrafo



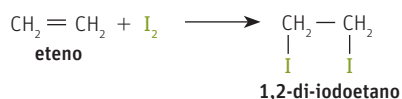
Objetos feitos de polietileno: capacete de segurança, recipientes, sacola, canudos, copos e sacos para acondicionar alimentos.

Paulo Ochandio/Acervo do fotógrafo

Adição de halogênio (X₂)

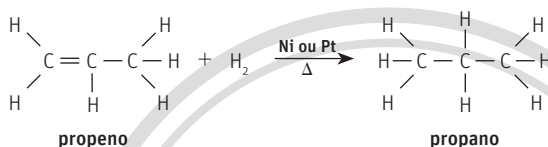
A cloração do eteno é um exemplo de reação de adição de halogênio (F₂, Cl₂, Br₂ ou I₂) à dupla-ligação. Nessa reação, os átomos do halogênio ligam-se aos átomos de carbono envolvidos na insaturação. Uma das ligações da dupla-ligação se rompe e há formação de um di-haleto vicinal, ou seja, dois átomos de halogênio ficam ligados a átomos de carbono vizinhos, conforme foi visto na cloração do eteno, produzindo 1,2-dicloroetano. Em geral, essa reação não precisa de catalisador nem de aquecimento para ocorrer rapidamente. A ordem de reatividade dos halogênios nesse tipo de reação é: F₂ > Cl₂ > Br₂ > I₂.

Observe, na representação a seguir, mais um exemplo de reação de halogenação do eteno (ou etileno) com iodo, I₂.



Adição de hidrogênio (H₂)

Os alcenos também reagem com hidrogênio, H₂, em presença de catalisador (Ni ou Pt), produzindo alcanos. Por exemplo:



Adição de haletos de hidrogênio (HX)

O cloroetano é um gás incolor e inflamável em temperatura ambiente. Foi utilizado na produção de tetraetilchumbo – aditivo da gasolina que chegou a ser muito usado e hoje é proibido devido à sua elevada toxicidade. Atualmente é usado na fabricação de celulose, tinturas, medicamentos, entre outros.

Um dos métodos para a obtenção de cloroetano consiste na adição de cloreto de hidrogênio (HCl) ao eteno.



A reação de adição também ocorre com outras moléculas de hidretos de halogênios (HBr ou HI) e alcenos. A ordem de reatividade para essas substâncias é: HI > HBr > HCl > HF.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Tetraetilchumbo

O tetraetilchumbo (TEC) começou a ser adicionado à gasolina em 1922, primeiramente na dos aviões militares, devido à capacidade desse composto em aumentar a octanagem do combustível e, com isso, melhorar a potência do motor e reduzir seu consumo.

Com a adição desse composto à gasolina utilizada em automóveis, foi possível utilizar combustíveis de menor qualidade. No entanto, o TEC apresentava a desvantagem de envenenar os catalisadores veiculares – peça do automóvel que reduz os poluentes liberados na combustão –, ou seja, tornava o catalisador inativo, o que inviabilizava a utilização dos catalisadores nos veículos.

Na década de 1970, ambientalistas e pesquisadores de diversos países começaram a discutir sobre a implicação ambiental e na saúde pública da utilização

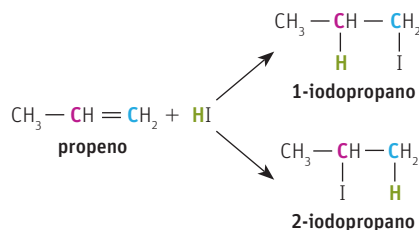
desse aditivo. Em 1989, o Brasil foi um dos primeiros países a retirar o chumbo da gasolina.

De acordo com as informações do Unep (United Nations Environment Programme, que em português recebe o nome de Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA), publicadas em junho de 2012, a eliminação do chumbo na gasolina pelos diversos países resulta em redução de gastos na saúde estimados em US\$ 2,45 trilhões de dólares por ano.

Fontes de pesquisa: <http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5-Global_PR_PT.pdf>; <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/doma/chumbo.htm>>; <http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/home!ut/p/c/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwN3d09XAyNTb5_AwKBgQwMDA30v_aj0nPwkoEo_j_zcVP2C7EBFAJ3zqc0!dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh?WCM_GLOBAL_CONTEXT=>>. Acessos em: 4 abr. 2016.

Regra de Markovnikov

Em alcenos assimétricos, a adição de haletos de hidrogênio possibilita a formação de mais de um produto. Observe a equação que representa a adição de iodeto de hidrogênio (HI) ao propeno.



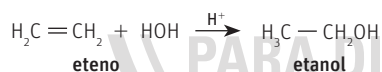
Essa reação produz dois tipos de compostos: o 1-iodopropano e o 2-iodopropano. Contudo, um deles se apresenta em quantidades mínimas e quase não é formado. O produto predominante é o 2-iodopropano.

Esse fato foi observado experimentalmente pelo químico russo Vladimir Markovnikov, em 1869. Ele constatou que o átomo de hidrogênio de um haleto de hidrogênio se ligará preferencialmente ao átomo de carbono da dupla-ligação que possui mais átomos de hidrogênio ligados (átomo de carbono mais hidrogenado).

No propeno, há dois átomos de hidrogênio ligados ao carbono em azul e um único átomo de hidrogênio ligado ao carbono em rosa. O átomo de hidrogênio liga-se preferencialmente ao átomo de carbono azul (mais hidrogenado), produzindo o 2-iodopropano como composto predominante.

Adição de água (HOH)

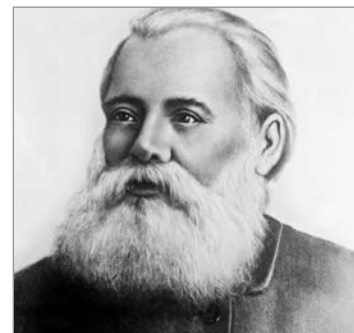
Em presença de ácido como catalisador, os alcenos podem reagir com água, originando alcoóis. Por exemplo, o etanol pode ser obtido pela reação:



No caso de alcenos assimétricos, a adição da água segue a regra de Markovnikov: o principal produto é aquele em que um átomo de hidrogênio se liga ao átomo de carbono mais hidrogenado, e o grupo OH, ao átomo de carbono menos hidrogenado.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Quem foi Markovnikov?



Vladimir Vasilevich Markovnikov. Gravura baseada em foto de 1905, autor desconhecido, s. d.

O químico russo Vladimir Markovnikov (1838-1904) é mais conhecido pela regra que leva seu nome: a **regra de Markovnikov**.

Essa regra é aplicada para prever os produtos nas reações de adição de hidretos de halogênios (HF, HBr, HCl ou HI) a alcenos ou alcinos.

Markovnikov também pesquisou os cicloalcanos (hidrocarbonetos cíclicos) e conseguiu sintetizar cadeias carbônicas cíclicas com quatro átomos de carbono e com mais de seis átomos de carbono.

Seu trabalho só ficou conhecido depois de 1889, pois Markovnikov só publicava os resultados de suas pesquisas em russo.

AÇÃO E CIDADANIA

Alternativas para a substituição dos CFCs

Os compostos de cloro-flúor-carbono, mais conhecidos como CFCs, foram amplamente utilizados como fluidos refrigerantes, pois eram considerados seguros para os seres vivos. No entanto, descobriu-se que esses compostos sofrem fotólise quando submetidos à radiação ultravioleta, e com isso, numa reação em sequência, contribuem para a destruição da camada de ozônio que protege a atmosfera terrestre.

A restauração da camada de ozônio ocorre naturalmente, porém de forma lenta, de modo que o ritmo da destruição atual não permite sua plena recuperação. Por isso, vários acordos foram firmados entre países para extinguir a produção dessas substâncias.

Atualmente existem vários projetos visando a diminuição dos CFCs. Uma das alternativas tem sido os hidrofluorcarbonos (HFCs), que não contêm cloro, são menos prejudiciais à camada de ozônio e não possuem tempo de vida excessivamente longo na atmosfera.

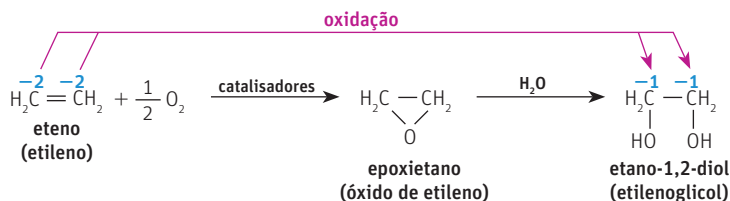
Apesar dessas características positivas, os HFCs são gases que contribuem para o efeito estufa. Dessa forma, a utilização desses gases como substituintes dos CFCs deve ser repensada a curto e a longo prazo.



O CFC não é mais usado em geladeiras.

Oxidação branda de alcenos

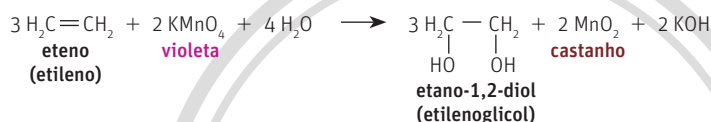
A oxidação branda de alcenos pode decorrer da ação do ar atmosférico, na presença de catalisadores adequados. Forma-se um epóxido que, por meio de hidrólise, transforma-se em um diálcool.



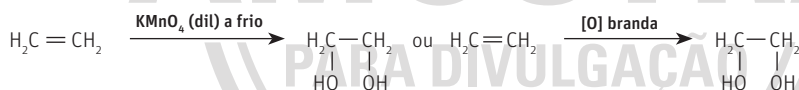
O processo acima descreve a obtenção de etilenoglicol, o mais simples dos dióis, utilizado como anticongelante em radiadores de automóveis e como matéria-prima na fabricação de fibras de poliéster e de embalagens PET.

Em laboratório, entretanto, é muito comum o uso de solução aquosa de permanganato de potássio (KMnO_4) na oxidação de compostos orgânicos.

Quando essa solução se encontra diluída, neutra ou levemente alcalina, a frio, é possível promover a oxidação branda de alcenos e obter diálcoois, também chamados de glicóis.



Como as reações envolvidas nos processos orgânicos de oxirredução são relativamente complexas, é usual apresentá-las de maneira simplificada. O agente oxidante pode ser indicado na seta ou representado pelo símbolo $[\text{O}]$ e, muitas vezes, a transformação é indicada apenas pelas fórmulas estruturais condensadas dos reagentes e dos principais produtos orgânicos.

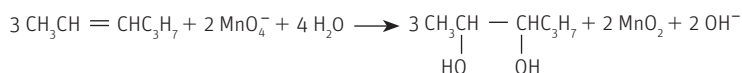


SAIBA MAIS

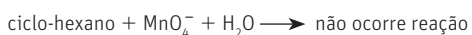
Teste de Baeyer

A solução de KMnO_4 , em meio neutro ou fracamente alcalino, promove a oxidação branda de alcenos, que se transformam em glicóis vicinais (dióis com grupos $-\text{OH}$ em átomos de carbono vizinhos). A alteração da coloração violeta (íons MnO_4^-) para castanho (precipitado de MnO_2) pode ser utilizada para verificar a presença de ligações duplas no composto orgânico.

Assim, a reação ocorrida no tubo B pode ser representada por:



Entretanto, sob as mesmas condições, verifica-se que ciclanos não reagem com solução de KMnO_4 . Observe, na imagem ao lado, o tubo A:



Com essas observações, o químico alemão Johann Friedrich Wilhelm Adolf Von Baeyer (1835-1917) propôs um teste de identificação de alcenos e ciclanos isômeros, fundamentado na oxidação branda que o $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ promove em alcenos (mudança de cor) e não em ciclanos. Esse processo é conhecido como **teste de Baeyer**.



Em **A**, sistema bifásico contendo ciclo-hexano e solução aquosa de KMnO_4 . A manutenção da cor da solução de permanganato (violeta) indica a não ocorrência da reação. Em **B**, sistema obtido após mistura de hex-2-eno com solução aquosa de KMnO_4 . O precipitado castanho-escuro é resultado da redução dos íons MnO_4^- (Nox do Mn = +7), de cor violeta, a MnO_2 (Nox do Mn = +4), sólido castanho, indicando a oxidação do alceno.

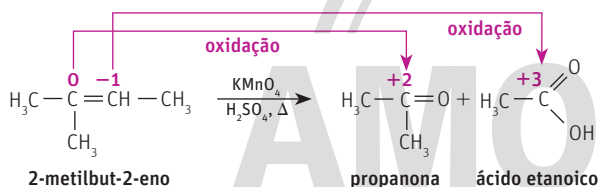
Oxidação energética de alcenos

É possível romper insaturações de alcenos e alcinos mediante outras oxidações energéticas ([O] enérgica) obtidas pela reação com soluções concentradas de permanganato e de dicromato de potássio, em ácido sulfúrico, sob aquecimento (Δ). A solução aquosa de KMnO_4 descolore durante a oxidação dos compostos insaturados, pois os íons MnO_4^- são reduzidos a Mn^{2+} .

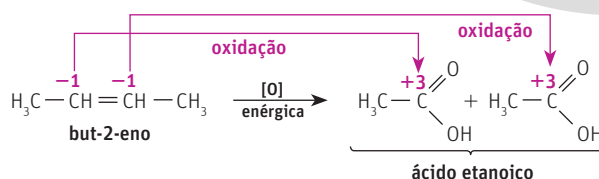
No caso de a insaturação estar em átomo de $\text{C}_{\text{terciário}}$, há formação de cetona; no caso de átomo de $\text{C}_{\text{secundário}}$, ácido carboxílico; e no caso de átomo de $\text{C}_{\text{primário}}$, formam-se gás carbônico e água.

Observe alguns exemplos.

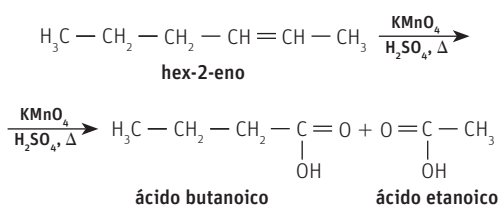
- [O] enérgica do 2-metilbut-2-eno: após a ruptura da insaturação, o $\text{C}_{\text{terciário}}$ faz uma ligação dupla com o oxigênio, transformando-se no grupo carbonila (função cetona), em que o Nox desse C passa de 0 (no alceno) para +2 (na cetona); o $\text{C}_{\text{secundário}}$ de Nox -1 (no alceno) é oxidado a +3 no grupo carboxila (no ácido carboxílico).



- [O] enérgica do but-2-eno: os átomos de carbono insaturados apresentam Nox -1 e, após a oxidação, passam a ter Nox +3. Pelo fato de a posição da insaturação ser simétrica às duas extremidades e os átomos de carbono insaturados serem secundários, há formação apenas de ácido carboxílico.



Por meio da oxidação energética é possível determinar a posição da ligação dupla no alceno. Veja o exemplo:

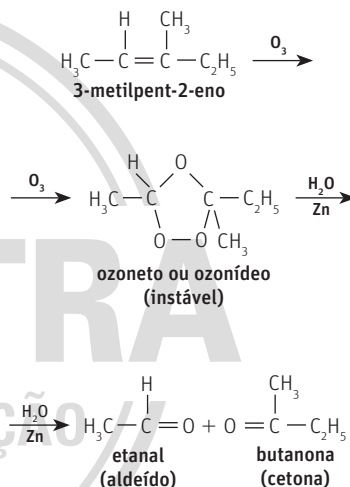


Pelos produtos formados, nota-se que a ligação dupla estava no carbono 2.

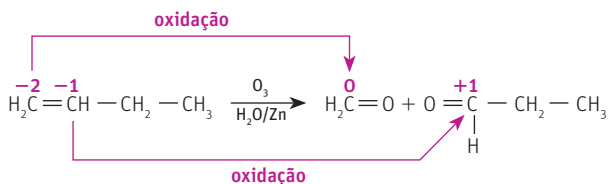
Ozonólise

Um método eficiente para oxidação do composto insaturado com rompimento da ligação dupla é a **ozonólise**, processo baseado no uso de ozônio (O_3) como agente oxidante. O ozônio é produzido em um aparelho chamado de ozonizador, no qual uma descarga elétrica no ar atmosférico (ou oxigênio) produz pequenas porcentagens de ozônio.

Ao borbulhar a mistura gasosa contendo ozônio em uma solução não aquosa de um alceno, o O_3 adiciona-se à ligação dupla e produz ozoneto (ou ozonídeo), composto instável e explosivo. A seguir, ao reagir com água (hidrólise) na presença de um agente redutor, os ozonetos transformam-se em aldeídos e/ou cetonas, dependendo do alceno de origem.



Observe que nesse processo ocorre a quebra da ligação dupla carbono-carbono ($\text{C}=\text{C}$), e esses átomos ligam-se com o oxigênio ($\text{C}=\text{O}$) nas novas substâncias formadas. Se o átomo de carbono insaturado era secundário, forma-se aldeído e, se terciário, forma-se cetona. No caso de o átomo de carbono da dupla ser primário, haverá a formação de metanal (aldeído). Observe o aumento do Nox (oxidação) dos átomos de carbono durante a ozonólise:



A limalha de zinco geralmente é adicionada ao sistema para impedir que o H_2O_2 formado durante a hidrólise do ozoneto oxide o aldeído ao ácido carboxílico correspondente.

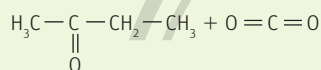
EXERCÍCIO RESOLVIDO

1. A butanona – uma cetona líquida, incolor e inflamável – é muito utilizada na indústria como solvente, em processos de fabricação de resinas, filmes de vinil, revestimentos e gomas naturais. Ela pode ser produzida por oxidação de alcenos.

- Determine a fórmula estrutural e o nome do alceno utilizado na obtenção da butanona, sabendo que durante a oxidação desse alceno também ocorre a formação de dióxido de carbono.
- Proponha uma equação simplificada do processo de oxidação enérgica do alceno.
- Qual agente oxidante pode ser utilizado e quais as condições necessárias para essa síntese?
- A ozonólise do alceno em questão produz os mesmos produtos da sua oxidação enérgica?

Resolução

a) Para determinar o alceno de origem, devemos analisar a butanona e o CO₂ (produtos da oxidação):



2. O formol é um líquido claro com várias aplicações, sendo muito usado como conservante, desinfetante e antisséptico. O formaldeído pode ser obtido por meio de reações de oxidação de alcenos.

- Determine o alceno mais simples que poderia ser oxidado para produzir o formaldeído.
- É possível obter o formaldeído mediante oxidação enérgica de alcenos, com uso de solução de permanganato de potássio em meio de ácido sulfúrico a quente? Em caso negativo, proponha outro tipo de oxidação que permita obter formaldeído.

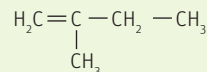
3. Em pesquisa para descobrir substâncias responsáveis pelo sabor do jenipapo, foi detectada uma cetona entre os compostos principais, a heptan-2-ona.

- Indique a fórmula estrutural do alceno mais simples capaz de produzir a heptan-2-ona por meio de sua oxidação em condições enérgicas.
- Escreva a reação simplificada do processo.
- É possível obter a heptan-2-ona por meio da ozonólise utilizando o mesmo alceno?

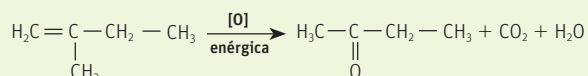
4. O propano-1,2-diol – líquido oleoso, inodoro, incolor, insípido, solúvel em água e clorofórmio – é muito utilizado em alimentos e cremes dentais, em lubrificantes íntimos, como hidratante em cosméticos e como fixador em perfumes. Ele pode ser obtido por meio da reação de oxidação branda de um alceno.

- Qual é o alceno usado nessa reação?
- Represente a reação de oxidação desse alceno.

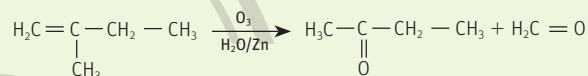
Retiram-se os átomos de oxigênio (derivados da oxidação) e, ao serem refeitas as ligações, obtém-se a molécula do alceno:



b) A oxidação enérgica do 2-metilbut-1-eno forma a butanona e o ácido carbônico, o qual se decompõe em água e gás carbônico. Observe.



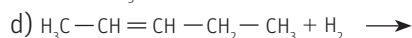
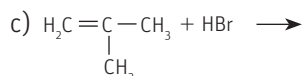
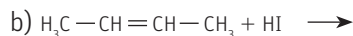
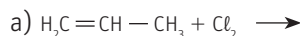
- Por se tratar de uma oxidação enérgica, o oxidante pode ser uma solução de KMnO₄ em meio ácido sulfúrico concentrado, sob aquecimento.
- Não, porque a ozonólise do 2-metilbut-1-eno produz uma mistura de butanona e metanal, conforme mostrado na reação a seguir.



5. Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Brasil é o líder entre os países da América Latina em focos de queimadas, que concentram-se nas regiões Centro-Oeste, Norte e em algumas partes da região Nordeste. Qual tipo de reação de combustão libera carbono (fuligem)? Quais podem ser os possíveis desencadeadores de queimadas no meio ambiente?

6. A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes de poluentes causadores da chuva ácida. Tanto o carvão mineral quanto os derivados de petróleo de maior peso molecular (como o óleo diesel) apresentam teores relativamente elevados de X, gerando Y durante a combustão. A reação entre o oxigênio atmosférico e Y pode formar o gás Z, outro poluente atmosférico. A reação entre Z e a água produz o A, responsável pelo abaixamento do pH da chuva. Quais são os símbolos e fórmulas que substituem X, Y, Z e A?

7. Observe as representações a seguir e, em seu caderno, escreva o produto predominante das reações.



Reações de alcinos

Tal como os alcenos, os alcinos também podem reagir por adição à insaturação da cadeia carbônica e sofrer oxidação branda e enérgica.

Adição a alcinos

O cloreto de vinila, ou cloroeteno, é uma substância muito utilizada na indústria. Entre suas aplicações, pode-se citar a fabricação do PVC (policloreto de vinila) – material usado na fabricação de inúmeros produtos, como sandálias, frascos para cosméticos e medicamentos, dispositivos médicos, canos, entre outros.

O cloreto de vinila pode ser obtido por meio de uma reação de adição entre o etino (ou acetileno) e o HCl.

As reações de adição aos alcinos são muito semelhantes às vistas anteriormente para os alcenos.

Adição de hidrogênio (H₂)

Nessa reação, a molécula de hidrogênio (H₂) é adicionada a um alcino. Como o alcino conta com uma tripla-ligação, a reação acontece em etapas: primeiro forma-se um alceno e, em seguida, um alceno.

Para hidrogenar completamente um mol de alcino, utilizam-se dois mols de hidrogênio. Essa reação também é catalisada pelos metais níquel (Ni), platina (Pt) ou paládio (Pd).

Observe, a seguir, a representação da reação de hidrogenação do etino (ou acetileno) catalisada por níquel.

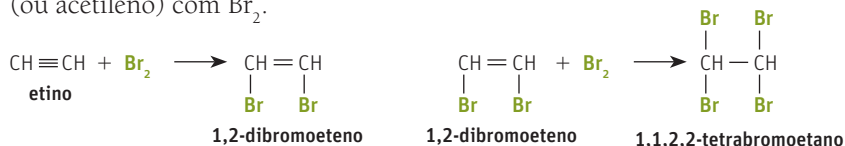


A hidrogenação de um alcino, uma vez iniciada, ocorre até a formação do alceno. Para interrompê-la na primeira etapa, é necessário o uso de uma substância que iniba parcialmente a ação do catalisador.

Adição de halogênio (X₂)

Do mesmo modo que se dá a hidrogenação de um alcino, a halogenação também ocorre em etapas. Uma das insaturações do alcino se rompe e há formação de um di-haleto vicinal. Depois dessa etapa, se houver mais halogênio em quantidade suficiente, a outra insaturação se rompe e mais dois átomos de halogênios são incorporados à molécula.

A representação a seguir exemplifica a reação de halogenação do etino (ou acetileno) com Br₂.



Adição de haletos de hidrogênio (HX)

A reação de adição de hidretos de halogênios (HF, HCl, HBr ou HI) a alcinos também ocorre em etapas.

A representação a seguir mostra um exemplo de reação de adição do HCl ao etino (ou acetileno).

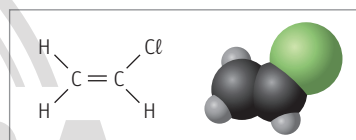


A reciclagem do PVC está cada vez mais evidente no Brasil. O polímero descartado pode ser reciclado e originar sandálias de PVC. Produção de fios de PVC reciclado, Barueri (SP). Foto de 2010.

Fernando Favoretto/ID/BR

SAIBA MAIS

O que é cloreto de vinila?



Fórmula estrutural da molécula de cloreto de vinila (à esquerda) e sua representação espacial. Cores-fantasia e fora de escala.

O cloreto de vinila é uma substância utilizada na fabricação do PVC (policloreto de vinila) – segundo plástico (polímero) mais consumido em todo o mundo.

Em 1912, um alemão chamado Fritz Klatte descobriu como produzir em escala industrial o PVC. A reação utilizada foi a de adição entre acetileno e HCl.

Dentre as aplicações do PVC, pode-se citar a fabricação de embalagens, calçados, fios, cabos, tubos, conexões, laminados, revestimentos residenciais, etc.



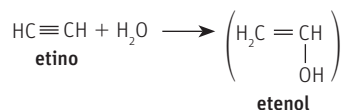
Disco produzido a partir de cloreto de vinila.

Elena Eliseeva/Shutterstock.com/ID/BR

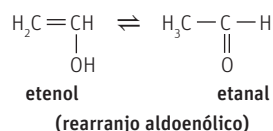
Adição de água

A adição de água a um alcino produz como intermediário um enol. Conforme visto no capítulo 2, os enóis sofrem rearranjo (tautomeria) formando aldeídos ou cetonas, conforme a posição do átomo de carbono da ligação dupla ligado ao grupo OH.

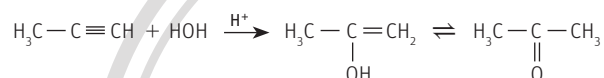
Por exemplo, a adição de água ao etino tem como produto intermediário o etenol.



Como o etenol é instável – trata-se de um enol –, sua molécula sofre rearranjo formando o aldeído correspondente por tautomeria.



Na adição de água ao propino, que é um alcino assimétrico, vale a regra de Markovnikov, e o principal produto obtido é a propanona.



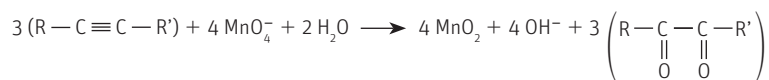
Oxidação de alcinos

Assim como ocorre nos alcenos, os alcinos também podem sofrer oxidação branda ou enérgica.

Oxidação branda

Nas oxidações brandas, os alcinos geram dicetonas, dialdeídos ou aldocetonas, dependendo da posição da tripla-ligação.

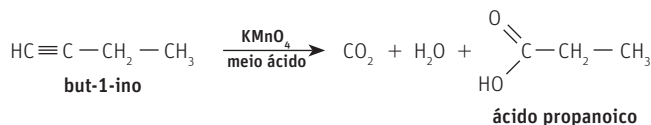
Considere, por exemplo, o alcino representado genericamente por $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}'$, em que R e R' podem ser grupos alquila iguais ou diferentes, ou ainda átomos de hidrogênio. Na oxidação branda com KMnO_4 em meio neutro ou fracamente alcalino, ocorre:



Quando R ou R' for um átomo de hidrogênio, o composto formado apresenta os grupos aldeído e cetona (aldocetona). Se R e R' forem átomos de hidrogênio, o produto será um dialdeído; se R e R' forem grupos alquilas, o composto formado será uma dicetona.

Oxidação enérgica

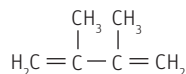
A oxidação enérgica dos alcinos também implica a cisão da ligação tripla. Há formação de ácido carboxílico na oxidação de átomo de $\text{C}_{\text{secundário}}$ ou CO_2 e H_2O na oxidação de átomo de $\text{C}_{\text{primário}}$, caso em que a tripla-ligação se encontra na extremidade da cadeia. Veja, a seguir, a oxidação enérgica do but-1-ino.



Reações de dienos

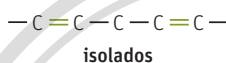
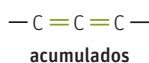
Desde o século XIX, diversos cientistas tentaram descobrir um modo de produzir a borracha. Mais tarde, quando a borracha finalmente foi sintetizada, seu uso se expandiu e ela tornou-se indispensável à sociedade contemporânea. Apesar de, na época, algumas de suas propriedades serem conhecidas, pouco se sabia sobre sua estrutura. Somente após 1905, descobriu-se que esse material tinha, em sua composição, uma sequência de moléculas de metilisopreno. Mesmo com essa descoberta, porém, havia ainda um grande obstáculo: **como unir essas moléculas?**

A dificuldade em se produzir essa sequência só foi superada quando o cientista alemão Fritz Hoffman, em 1909, resolveu utilizar o metilisopreno e, a partir dele, obteve a borracha metil. A fórmula estrutural do metilisopreno é apresentada a seguir.



Observe acima que se trata de um hidrocarboneto com duas ligações duplas, ou seja, um dieno.

Os dienos são divididos em três grupos, de acordo com a posição das duas duplas-ligações: **acumulados**, **isolados** e **conjugados**. Veja as representações a seguir.



Essa classificação é muito usada no estudo das possíveis reações de adição.

Adição em dienos

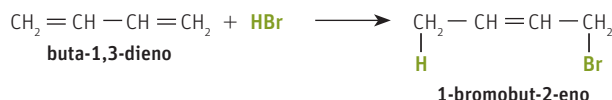
Os dienos acumulados (em que as duplas-ligações estão no mesmo átomo de carbono) e os isolados (em que as duplas-ligações estão afastadas uma da outra por duas ou mais ligações simples) reagem da mesma forma que os alcenos.

Já os dienos conjugados (em que as ligações duplas estão separadas por apenas uma ligação simples) apresentam o fenômeno de ressonância graças à ligação simples existente entre as duplas. Por esse motivo, o comportamento dessas substâncias é um pouco diferente com relação às reações de adição de que elas participam.

Os dienos conjugados sofrem a adição normal, que é chamada também de **adição 1,2**. Veja, a seguir, a representação dessa reação.



Nota-se que a adição de HBr ocorre em dois átomos de carbono com ligação dupla entre si. No entanto, quando a mesma reação não é processada a baixas temperaturas (-60°C), e sim a altas temperaturas, percebe-se a formação de outro produto:



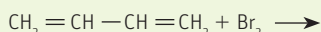
Observando esse produto, nota-se que a adição de HBr ocorre em átomos de carbono não ligados diretamente. Essa reação é conhecida por **adição 1,4**, pois a adição ocorre nas posições 1 e 4 da cadeia carbônica. Os dois produtos (adição 1,2 e adição 1,4) sempre serão formados, e a predominância de um em relação ao outro dependerá essencialmente da temperatura.

Oxidação dos dienos

De modo geral, as reações de oxidação dos dienos seguem os mesmos princípios das reações de oxidação dos alcenos. No caso de oxidação enérgica, porém, como há mais ligações rompidas, mais produtos podem ser formados.

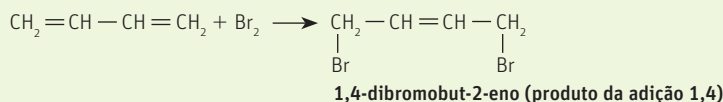
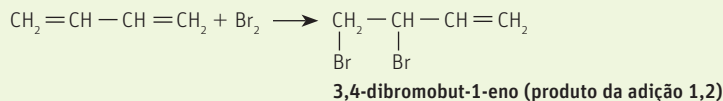
EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

8. Escreva a reação de adição ao buta-1,3-dieno indicando e nomeando todos os produtos formados.

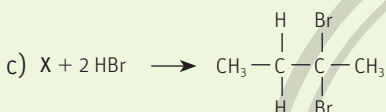
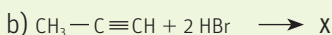


Resolução

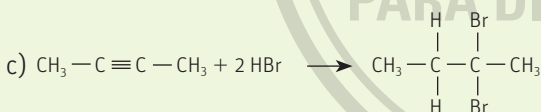
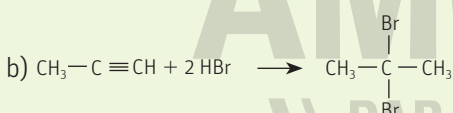
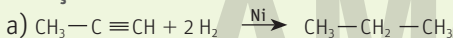
Como se trata de um dieno conjugado, dois são os produtos possíveis: o da adição 1,2 e o da adição 1,4.



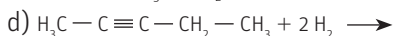
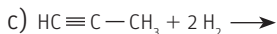
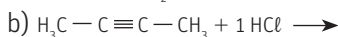
9. Observe as equações a seguir e acerte-as acrescentando produtos, reagentes e catalisadores.



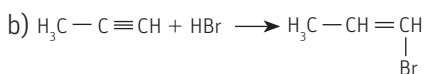
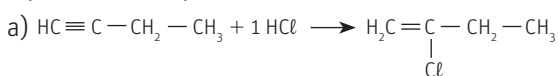
Solução



10. Escreva em seu caderno as equações das reações propostas nos itens a, b, c e d com base nos reagentes fornecidos.



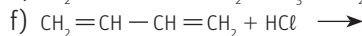
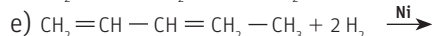
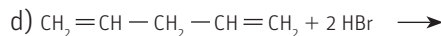
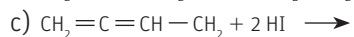
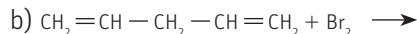
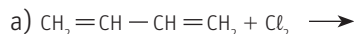
11. Indique qual das reações de adição a seguir não segue a orientação prevista por Markovnikov. Escreva o produto mais predominante.



12. O 1,1,2,2-tetracloroetano foi um dos compostos empregados para a obtenção de produtos químicos como

solventes industriais, tintas e pesticidas. Devido a problemas ligados à toxicidade – afeta o sistema nervoso central e o fígado –, seu uso foi proibido. Atualmente, é encontrado como produto intermediário durante a fabricação de outros materiais. Represente, por meio de equação química, a formação de 1,1,2,2-tetracloroetano a partir de etino e gás cloro.

13. Observe os reagentes fornecidos nos itens a seguir e equacione as reações propostas.



14. Qual é o produto principal da reação do penta-1,3-dieno com Br_2 quando ocorre aquecimento? Escreva a equação da reação e nomeie o produto.

Reações de cicloalcanos

As substâncias 1,2-dicloropropano e 1,3-dicloropropano são utilizadas pela indústria como intermediárias em sínteses orgânicas, solventes de resinas e ceras e fumigantes de solo.

A fumigação consiste na aplicação de um produto químico que se espalha em sua forma gasosa, combatendo praticamente todas as pragas que estão no solo.

Trata-se de um método de uso restrito, aplicado a pequenas áreas cultiváveis e de grande valor econômico, como plantação de morangos, nozes, uvas, tomates, pimentas e plantas ornamentais.

Dependendo dos reagentes utilizados na fumigação, os quais podem ser tóxicos para quem trabalha diretamente com eles, é preciso usar equipamentos de segurança (luvas, máscara, etc.).

Um método possível para obter o 1,3-dicloropropano é pela reação entre gás cloro e ciclopropano.



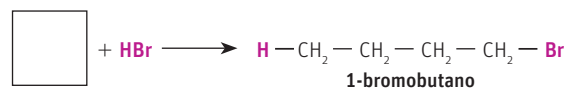
Fumigação em apiário orgânico no Pantanal. Poconé (MT), 2015.

Adição aos cicloalcanos

As cadeias carbônicas cíclicas e saturadas que possuem três ou quatro átomos de carbono, por apresentarem um anel instável, têm facilidade para formar produtos de adição com o rompimento do anel. Observe a representação da reação de adição entre ciclopropano e gás cloro.



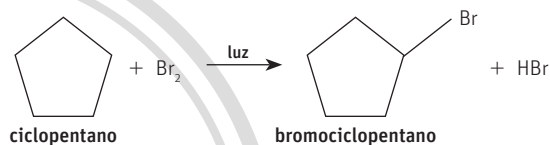
A reação de adição entre ciclobutano e brometo de hidrogênio (HBr) ocorre de maneira análoga.



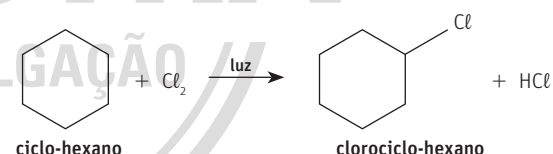
Os cicloalcanos formados por três e quatro átomos de carbono reagem de maneira análoga aos alcenos, ou seja, sofrem reação de adição, apesar de não possuírem dupla-ligação. No entanto, o mesmo não ocorre com cicloalcanos com cinco ou mais átomos de carbono em seu ciclo. Nesse caso, devido à estabilidade do anel, é favorecida a formação de produtos de substituição.

Substituição aos cicloalcanos

Observe, a seguir, a representação da reação envolvendo ciclopentano e bromo (Br₂).



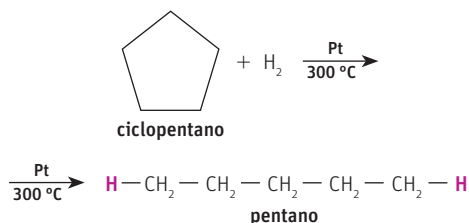
Note que um dos átomos de hidrogênio do ciclopentano foi substituído por um átomo de bromo da molécula de bromo. De maneira análoga, o ciclo-hexano reage com Cl₂ por meio de reação de substituição:



Os anéis com cinco ou mais átomos de carbono não se quebram facilmente, diferentemente dos anéis menores (de três e quatro átomos de carbono), os quais se rompem com facilidade.

Pelo fato de a cadeia carbônica não se romper, esses cicloalcanos exibem comportamento de alcanos, ou seja, as reações que ocorrem preferencialmente são as de substituição. Cicloalcanos formados por anéis de cinco ou mais átomos de carbono não reagem com haletos de hidrogênio (HCl, HBr ou HI).

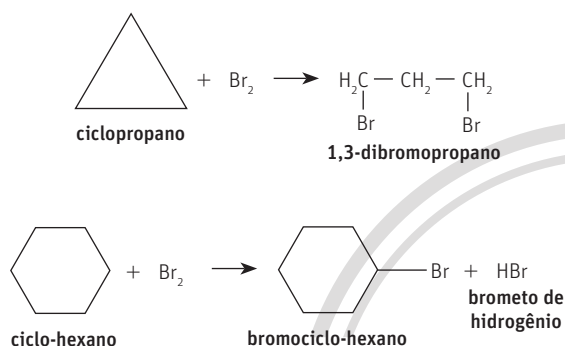
À medida que aumenta a estabilidade do anel, diminui a possibilidade de ocorrer hidrogenação nesses compostos. Observe a equação da reação de hidrogenação do ciclopentano.



Teoria das tensões dos anéis

Apesar de já conhecerem o comportamento dos cicloalcanos diante de reações de adição ou substituição, os cientistas não conseguiam explicar a razão da estabilidade de anéis de seis ou mais átomos de carbono e da instabilidade de anéis de três e quatro átomos de carbono (anéis de cinco átomos de carbono são quase tão estáveis quanto os de seis).

O ciclopropano, por exemplo, apesar de ser uma substância formada por moléculas saturadas, reage com bromo por adição. Já o ciclo-hexano reage com bromo por substituição. Observe as equações que representam essas reações.



Esse comportamento pode ser explicado por comparação entre as energias de ligação carbono-carbono (C – C) e carbono-hidrogênio (C – H) em cada uma dessas substâncias. Quando se quebra a ligação C – C, a cadeia cíclica se rompe, e a reação que ocorre é a de adição. Quando se quebra a ligação C – H, a cadeia cíclica se mantém, e a reação que ocorre é a de substituição.

As diferenças entre as energias de ligação nos cicloalcanos podem ser avaliadas com base nas energias liberadas na combustão dessas substâncias.

Veja a tabela abaixo.

Substância	Energia liberada na combustão (kJ/mol)	Energia de combustão por grupo CH ₂ (kJ/mol)
ciclopropano	2091	697,5
ciclobutano	2744	686,2
ciclopentano	3220	664,0
ciclo-hexano	3952	658,7
ciclo-heptano	4636	662,3

O ciclo-hexano é, entre todos, o que apresenta menor energia de combustão por grupo CH₂, como mostra a tabela acima. Isso significa que a energia utilizada para romper as ligações C – C no ciclo-hexano é maior do que nas outras substâncias.

Essa diferença de energias de combustão por grupo CH₂ foi justificada com base nas diferenças das tensões

entre os átomos nos diferentes anéis. Como é impossível medir diretamente essas tensões, adotou-se um critério arbitrário, pelo qual foi estabelecido o valor 0 kJ/mol para a tensão do anel do ciclo-hexano (o mais estável). A tensão dos demais anéis foi calculada da seguinte maneira: multiplicam-se 658,7 kJ/mol pelo número de átomos de carbono do cicloalcano e se subtrai a energia de combustão do cicloalcano do valor encontrado.

Dessa forma, é possível encontrar o valor da tensão no anel para outros cicloalcanos. O ciclopropano, por exemplo, apresenta tensão no anel de 115 kJ/mol. Observe os cálculos a seguir.

$$658,7 \text{ kJ/mol} \times 3 = 1976 \text{ kJ/mol}$$

$$2091 \text{ kJ/mol} - 1976 \text{ kJ/mol} = 115 \text{ kJ/mol}$$

Os valores das tensões no anel calculados dessa forma para os demais cicloalcanos representados na tabela anterior são:

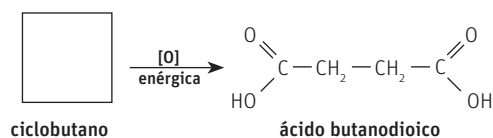
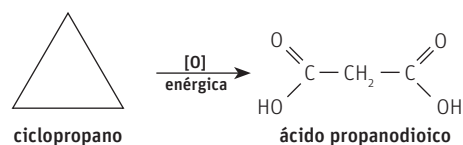
Cicloalcano	Tensão do anel (kJ/mol)
ciclopropano	115
ciclobutano	110
ciclopentano	27
ciclo-hexano	0
ciclo-heptano	27

Quanto maior a tensão do anel, menor é a energia necessária para romper as ligações entre átomos de carbono e, portanto, mais instável é o anel.

Oxidação de cicloalcanos

A oxidação enérgica ocorre facilmente com anéis de três a quatro átomos de carbono, que, por serem instáveis, são facilmente rompidos.

Observe nas equações a seguir que a oxidação enérgica do ciclopropano e do ciclobutano rompe a cadeia cíclica e produz ácidos dicarboxílicos – ácido propano-dioico e ácido butano-dioico, respectivamente.

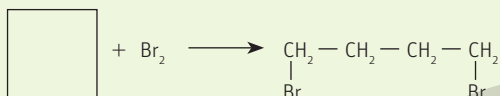
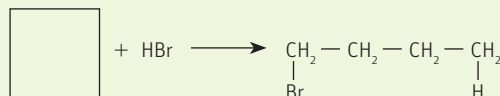
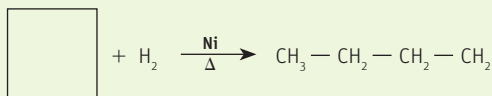


EXERCÍCIO RESOLVIDO

15. Ciclobutano, C_4H_8 , com uma massa molar de 56,107 g/mol, é um cicloalcano de quatro carbonos no qual todos os átomos de carbono estão arranjados ciclicamente. É um gás comercialmente disponível como gás liquefeito. Os ângulos de 90° entre os átomos de carbono são significativamente tensos, e como tais, têm maiores energias de ligação que quaisquer moléculas lineares de butano ou maiores alcanos homocíclicos, assim como o ciclohexano.

Escreva as equações químicas das reações do ciclobutano com os reagentes H_2 , Br_2 e HBr .

Resolução



16. Considerando os compostos ciclopropano, ciclobutano e ciclohexano, podemos afirmar que:

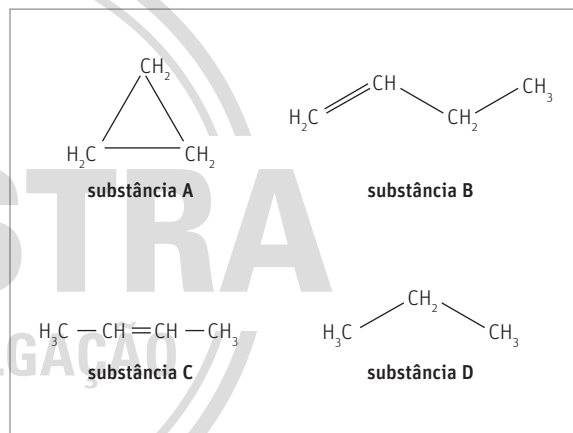
- o mais estável é o ciclobutano, e o mais reativo é o ciclopropano.
- o mais estável é o ciclopropano, e o mais reativo é o ciclobutano.
- o mais reativo é o ciclopropano, e o mais estável é o ciclohexano.
- o mais reativo é o ciclohexano, e o mais estável é o ciclopropano.
- não podemos apontar qualquer diferença nesses termos entre os compostos dados.

17. Em relação à adição em ciclanos, classifique as alternativas em verdadeiras ou falsas e justifique.

- A adição de bromo ao ciclopropano ocorre na presença de catalisador e aquecimento e produz 1,2-dibromopropano.
- A adição de cloro ao ciclo-hexano ocorre na presença de níquel metálico e forte aquecimento e produz 1,6-dicloro-hexano.
- O ciclo-hexano não sofre reação de adição, independentemente da presença de catalisador ou aquecimento, porque a molécula é muito estável, já que o ângulo entre todas as ligações carbono-carbono é de $109^\circ 28'$.
- O ciclobutano sofre reação de adição de hidrogênio na presença de níquel e aquecimento, produzindo butano.

18. Por que os cicloalcanos com três e quatro átomos de carbono sofrem reação de adição e os cicloalcanos que apresentam cinco e seis átomos de carbono sofrem reação de substituição? Justifique.

19. Identifique qual dos compostos orgânicos representados no topo da coluna ao lado possui as características listadas na tabela.



Substância	
Sofre hidrogenação catalítica?	Sim
Apresenta isomeria geométrica?	Não
Na combustão completa de 3 mol	Produz 396 g de CO_2

Justifique sua resposta.

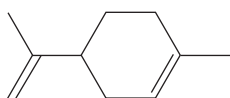
20. O ciclo-hexano é um hidrocarboneto líquido a $25^\circ C$, incolor, inflamável e volátil. Sua densidade a $20^\circ C$ é de, aproximadamente, $0,8 \text{ g/cm}^3$. Tem temperatura de fusão de $7^\circ C$ e temperatura de ebulição de $81^\circ C$ (sob pressão de 1 atm). É usado como solvente para borracha, para extração de óleos e gorduras, na remoção de tintas e como matéria-prima para a fabricação de ciclo-hexanol e ciclo-hexanona.

- Escreva as fórmulas estruturais das substâncias citadas no texto.
- Equacione a reação entre ciclo-hexano e cloro.

Reações de cicloalcenos

Como visto anteriormente, as cadeias cíclicas que possuem três ou quatro átomos de carbono são compostos instáveis, devido à elevada tensão no ângulo de ligação entre os átomos de carbono. Cadeias cíclicas contendo mais átomos de carbono no anel apresentam maior estabilidade.

Algumas das reações envolvendo esta classe de compostos apresentam implicações ambientais. Um dos exemplos é a oxidação de cicloalcenos voláteis emitidos pelas plantas, como o limoneno, por agentes oxidantes atmosféricos (ozônio, óxidos de nitrogênio, etc.). Essa reação é uma das responsáveis pela produção de poluentes que geram o *smog* fotoquímico.



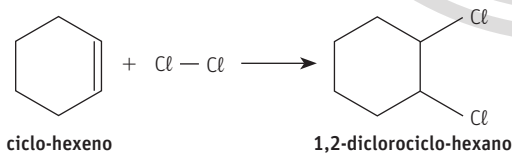
Algumas substâncias que compõem determinados óleos essenciais apresentam em sua estrutura cicloalcenos, como o limoneno, presente na laranja, no limão e em outras frutas cítricas.

Adição aos cicloalcenos

Os cicloalcenos, assim como os alcenos, sofrem reações de adição à dupla-ligação, nas quais há ruptura de uma das ligações e adição de outros átomos ou grupos ao anel.

Adição de halogênio (X₂)

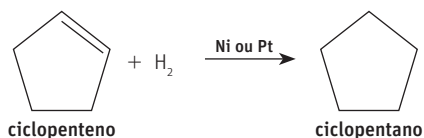
Os cicloalcenos reagem com halogênio (X₂) produzindo haletos cíclicos. Esse grupo de substâncias é utilizado na indústria ou no laboratório para a produção de outros compostos. Observe abaixo a equação que representa a cloração do ciclo-hexeno.



Observe, acima, que o produto da reação apresenta isomeria geométrica (*cis-trans*). Dependendo das características da reação de adição, é possível produzir em maior proporção um dos isômeros.

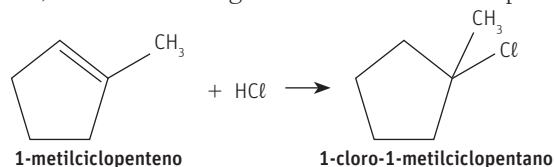
Adição de hidrogênio (H₂)

Os cicloalcenos também reagem com hidrogênio (H₂) em presença de catalisador (Ni ou Pt), produzindo cicloalcanos. Observe o exemplo a seguir.



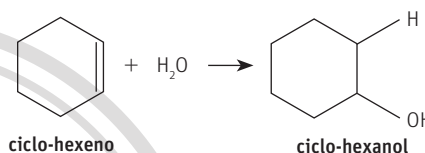
Adição de haletos de hidrogênio (HX)

A adição de haletos de hidrogênio (HX) em cicloalcenos segue o mesmo raciocínio que a dos alcenos. O átomo de hidrogênio se ligará ao átomo de carbono mais hidrogenado da ligação dupla, e o átomo de halogênio, ao menos hidrogenado. Observe o exemplo.



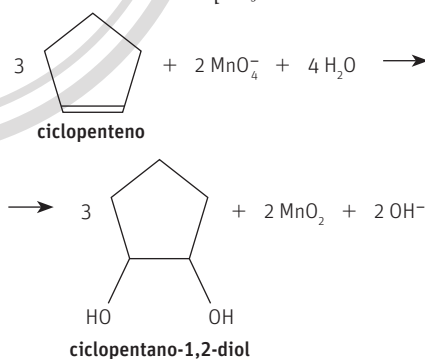
Adição de água (HOH)

Em presença de ácido como catalisador os cicloalcenos podem reagir com água, originando alcoóis cíclicos. Por exemplo, o ciclo-hexanol pode ser obtido pela reação:

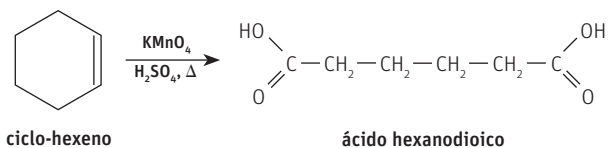


Oxidação branda e enérgica nos cicloalcenos

As reações de oxidação branda e enérgica nos cicloalcenos seguem os mesmos princípios das reações dos alcenos. Na oxidação branda, ocorre a ruptura de uma ligação da insaturação e formação de um diálcool cíclico vicinal. Lembre-se de que o termo **vicinal** se refere a dois grupos funcionais ligados a dois átomos de carbono “vizinhos”. Observe a equação abaixo.



A oxidação enérgica de cicloalcenos, assim como ocorre nos alcenos e nos alcinos, rompe a cadeia carbônica por meio de reações com soluções concentradas de permanganato e de dicromato de potássio, em ácido sulfúrico, sob aquecimento (Δ). Observe o exemplo a seguir.



Reações de hidrocarbonetos aromáticos

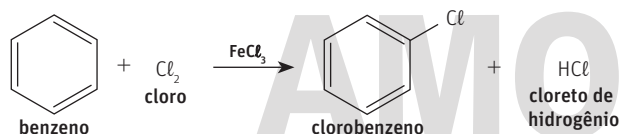
Os hidrocarbonetos aromáticos, embora tenham duplas-ligações nos anéis benzênicos, sofrem geralmente reações de substituição em que um ou mais átomos de hidrogênio ligados ao anel são substituídos por outros átomos ou grupos orgânicos. As reações de adição em compostos aromáticos só ocorrem em condições especiais, com pressão e temperatura elevadas e em presença de catalisador. Veja a seguir alguns exemplos de reações.

Reações com halogênio (X₂)

O clorobenzeno é um líquido incolor inflamável. A temperatura de fusão dessa substância é 245 °C, e sua temperatura de ebulição, 131 °C, sob pressão de 1 atm. É praticamente insolúvel em água e apresenta uma densidade de 1,1 g · cm⁻³.

Essa substância é usada como solvente para tintas, vernizes e graxas. É matéria-prima para a fabricação de pesticidas como o DDT e o *para*-nitroclorobenzeno, que é um intermediário na fabricação de herbicidas e corantes.

O clorobenzeno é obtido pela reação entre benzeno e cloro catalisada por cloreto de ferro(III):



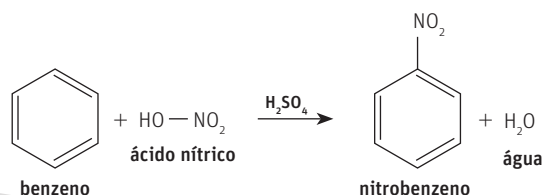
Nesse tipo de reação, ocorre a substituição de um dos átomos de hidrogênio do benzeno por um dos átomos de cloro da substância Cl₂.

Reações com ácido nítrico (HO – NO₂)

O nitrobenzeno é um líquido amarelado que apresenta temperatura de fusão de 6 °C e temperatura de ebulição de 211 °C, sob pressão de 1 atm. É pouco solúvel em água (2 g/L a 20 °C).

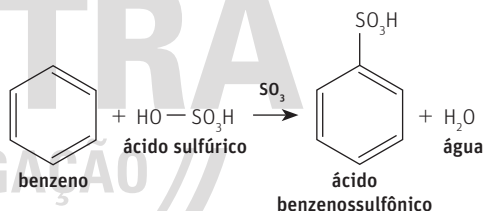
Essa substância é intermediária para a obtenção de anilina (fenilamina), empregada na indústria de corantes.

Em laboratório, pode ser obtido pela reação entre benzeno e ácido nítrico, catalisada por ácido sulfúrico concentrado.



Reações com ácido sulfúrico (HO – SO₃H)

Um dos ácidos sulfônicos mais importantes é o ácido benzenossulfônico. Trata-se de uma matéria-prima para a fabricação de detergentes. Pode ser obtido pela reação entre benzeno e ácido sulfúrico.



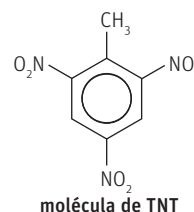
SAIBA MAIS

O trinitrotolueno (TNT)

TNT é a sigla de 2,4,6-trinitrotolueno, ou 2-metil-1,3,5-trinitrobenzeno, um sólido amarelo cristalino de extremo potencial explosivo. Tal característica se explica pela grande quantidade de energia liberada na sua decomposição. Sua obtenção se faz a partir do tolueno (metilbenzeno) submetido a três nitrações. Na primeira etapa, obtém-se em maior quantidade o 2-metil-1-nitrobenzeno; na segunda, o 2-metil-1,3-dinitrobenzeno e uma pequena parcela do 2,4,6-trinitrotolueno, que é obtido por completo após a terceira nitração.

Há também nitrações nos átomos de carbono 3 e 5, porém em menor proporção.

Os explosivos plásticos, na realidade, são feitos com TNT associado a um dispositivo que, ao ser acionado, emite uma faísca elétrica. Essa substância é muito utilizada em implosões, bastando 240 °C ou uma faísca elétrica para promover sua detonação.



Anilina

A anilina é um composto orgânico, líquido, incolor e ligeiramente amarelo de odor característico, que, como muitas aminas aromáticas, lembra o cheiro de peixe podre.

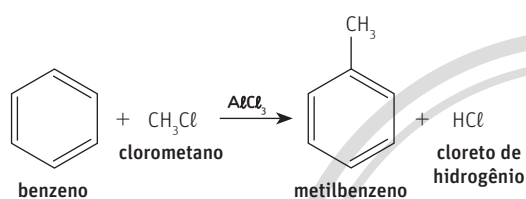
Ela pode ser utilizada para fabricar vários produtos, como a espuma de poliuretano (utilizada em colchões, calçados, isolamento térmico, etc.), herbicidas, vernizes, explosivos e também na fabricação de preservativos masculinos e femininos.

Por ser utilizada como matéria-prima de inúmeros corantes, é comum a utilização errônea do termo anilina como sinônimo de corante.

Reações de alquilação de anéis benzênicos

O benzeno é um líquido incolor, volátil, inflamável, pouco solúvel em água e altamente tóxico. Estudos indicam que trabalhadores expostos rotineiramente a essa substância tiveram maior incidência de anemia e leucemia. Por isso, busca-se substituir o benzeno em processos industriais e de laboratório. Uma alternativa é o metilbenzeno (tolueno), que também é um líquido incolor pouco solúvel em água (0,5 g por litro de água a 20 °C) e com menor toxicidade.

Pode-se obter metilbenzeno por alquilação do benzeno. O processo, desenvolvido por Charles Friedel e James Mason Crafts, é conhecido como alquilação de Friedel-Crafts.



O metilbenzeno, com frequência, está presente na gasolina e em alguns tipos de adesivo. É usado como

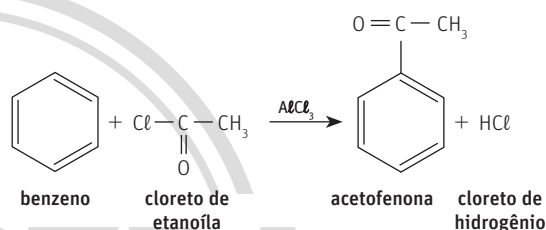
matéria-prima para a fabricação de poliuretano (material utilizado em espumas).

O 1,4-dimetilbenzeno (conhecido como *para*-xileno) pode ser obtido por alquilação do metilbenzeno e também pode substituir o benzeno, por se tratar de uma substância menos tóxica.

Reações de acilação de anéis benzênicos

A acilação do benzeno (ou de um de seus derivados) é uma maneira de obter cetonas aromáticas.

A acetofenona, por exemplo, importante solvente usado na indústria de perfumes, é uma cetona aromática que pode ser obtida por acilação. Esse processo consiste na reação do benzeno com cloreto de etanoíla (um haleto de ácido), na presença de cloreto de alumínio (catalisador). Essa reação é conhecida como acilação de Friedel-Crafts.



SAIBA MAIS

Contaminação de aquíferos por hidrocarbonetos

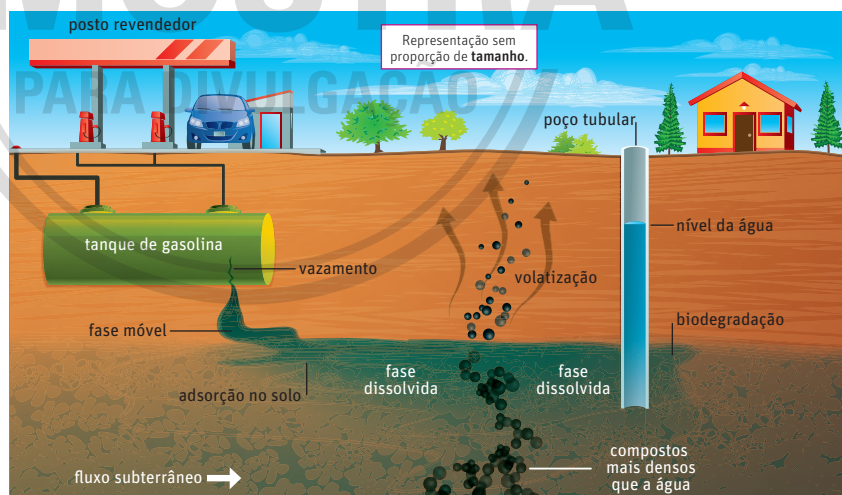
[...] Quando ocorre um vazamento de combustível a partir de tanques de armazenamento subterrâneos, forças gravitacionais atuam direcionando o fluxo para as porções mais profundas do solo (figura [ao lado]). Os hidrocarbonetos de petróleo penetram no subsolo como líquido de forma não aquosa – “NAPL (Non-Aqueous Phase Liquids)”. [...]

[...] Os principais contaminantes capazes de impactar o meio ambiente em casos de derramamentos de combustíveis são os hidrocarbonetos monoaromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos – os BTEX) e os policíclicos aromáticos, como naftaleno e benzopireno. O benzeno é sabidamente carcinogênico, sendo os outros, tolueno, etilbenzeno e os xilenos, considerados tóxicos.

A gasolina é composta por hidrocarbonetos e aditivos usados para melhorar o desempenho do combustível e do motor e apresenta boa mobilidade, atingindo a água subterrânea por infiltração quando de um derramamento. [...]

Nas contaminações com a gasolina brasileira, o etanol adicionado adquire grande importância, pois sua presença altera o comportamento da gasolina em termos de solubilidade, mobilidade e degradação. Ao entrar em contato com a água, o etanol passa para a fase aquosa, aumentando a solubilidade dos compostos monoaromáticos BTEX. [...]

FORTE, E. J. et al. Contaminação de aquífero por hidrocarbonetos: estudo de caso na Vila Tupi, Porto Velho – Rondônia. *Química Nova*, v. 30, n. 7, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000700008>>. Acesso em: 15 abr. 2016.



21. Em condições normais, o benzeno não sofre hidrogenação. No entanto, a temperaturas e pressões elevadas, em presença de catalisadores, a molécula de benzeno sofre adição de hidrogênio formando um cicloalcano.

Escreva a equação química correspondente ao processo e nomeie o cicloalcano formado.

22. O BHC (hexaclorociclo-hexano) é produto da reação de adição entre benzeno e gás cloro em altas temperaturas, na presença de luz e catalisador.

Escreva a equação dessa reação e dê o nome oficial do produto.

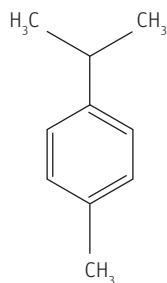
23. O limoneno é uma substância volátil e inflamável que pode ser encontrada na casca do limão e da laranja. Devido às suas propriedades, principalmente as alcalinizantes, tem aplicação no tratamento de câncer gástrico e auxilia no tratamento de doenças como a síndrome de Crohn.

A fórmula do limoneno é apresentada a seguir.



Com relação à fórmula descrita, responda:

- Essa substância apresenta ou não isomeria geométrica? Por quê?
- O que ocorreria com a atividade óptica da substância caso houvesse apenas hidrogenação do anel? Justifique.
- O limoneno é muito utilizado na indústria para a obtenção do *para*-cimeno (substância utilizada como solvente de tintas e vernizes). Observe, a seguir, a fórmula do *para*-cimeno.



para-cimeno

Determine qual das duas substâncias, limoneno ou *para*-cimeno, reagiria mais facilmente com o hidrogênio (hidrogenação catalítica).

- d) Indique o nome Iupac do *para*-cimeno.

24. O bromo é uma substância que apresenta coloração vermelho-acastanhada, muito utilizada em laboratório – dissolvida em água ou em tetracloreto de carbono – para testar a presença de insaturações em cadeias carbônicas.

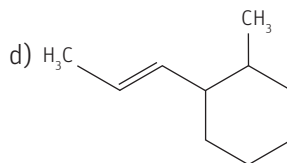
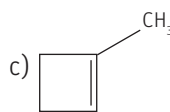
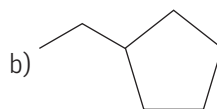
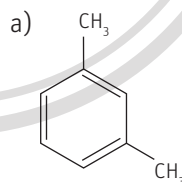
Se a cadeia carbônica apresentar insaturações, o bromo reage rapidamente, formando um produto incolor. Essa reação é denominada halogenação com o bromo ou **bromação**. Esse teste, no entanto, não funciona em anéis aromáticos.



Jerry Mason/SPL/Latinstock

O recipiente à esquerda contém água de bromo, de coloração vermelho-acastanhada. Com a adição de ciclo-hexeno, ocorre a formação de um produto incolor.

Considerando as fórmulas estruturais a seguir, indique a fórmula estrutural dos produtos formados e quais destas substâncias descolorem a solução de bromo.



Atividade experimental

Arco-íris de licopeno

Objetivo

Verificar a presença de licopeno no suco de tomate pela reação colorimétrica de adição de bromo.

Material

- provetas de 250 mL e de 50 mL
- suco de tomate
- brometo de potássio
- colher (de café)
- água sanitária
- solução aquosa de ácido clorídrico a $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- bastão de vidro

Procedimento

1. Adicione 10 mL de solução de hipoclorito de sódio – NaClO (água sanitária) – a uma ponta de colher (de café) de brometo de potássio (aproximadamente 2 g).
2. Adicione algumas gotas de solução a $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de ácido clorídrico. Agite para homogeneizar a solução resultante.
A solução obtida deve apresentar cor levemente amarelada e constitui a água de bromo.
3. Coloque cerca de 200 mL de suco de tomate em uma proveta de 250 mL.
4. Com o auxílio da proveta de 50 mL, adicione de 10 a 15 mL de água de bromo no topo do recipiente que contém o suco de tomate.
5. Agite a mistura lentamente, com um bastão de vidro. À medida que se coloca mais água de bromo, novas cores aparecem, formando faixas em alturas diferentes na proveta.



Uros Petrovic/Dreamstime.com/ID/BR

Tomates (*Solanum lycopersicum*) contêm licopeno, um antioxidante que promove a saúde da próstata e ajuda o sistema imunológico.

Equipamentos de segurança

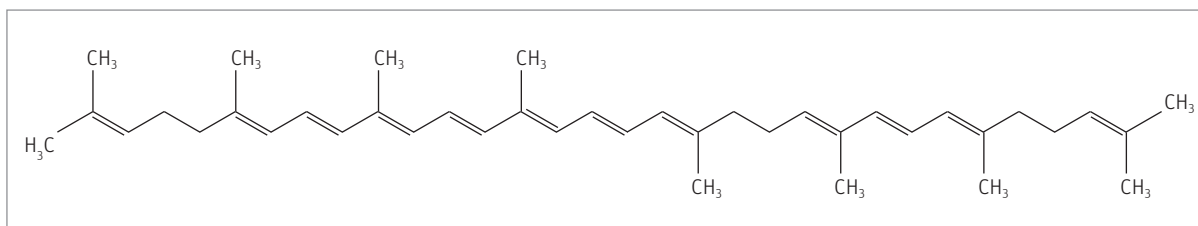
Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.

Resíduos

A água de bromo pode ser armazenada para outras atividades experimentais. O suco de tomate que sobrar pode ser despejado na pia.

Análise e discuta

1. O licopeno, cuja fórmula estrutural é apresentada a seguir, é o pigmento vermelho responsável pela coloração do tomate.

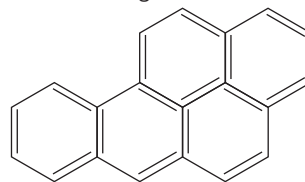


Proponha o que ocorre com o licopeno quando, em condições adequadas, ele reage com a água de bromo.

2. Dê uma explicação para a mudança de cor observada na proveta.
3. Qual é a quantidade de matéria de bromo necessária para bromar totalmente 1 mol de licopeno?

25. Considere dois frascos de reagentes: um deles contém hexano, o outro, hex-1-eno. Se os frascos não têm etiquetas que identifiquem cada reagente, como você pode saber qual é o frasco que contém hexano? Justifique sua resposta.
26. O propeno é hidrogenado em presença de um catalisador metálico adequado.
- Escreva a fórmula e o nome do composto formado.
 - Partindo-se de 50,0 g de propeno, qual é a quantidade em gramas de produto formado? Quantos gramas de gás hidrogênio são gastos?
27. A sociedade moderna emprega enormes quantidades de combustível como fonte de energia, o que tem dado origem a diversos problemas ambientais, entre eles a chuva ácida. Além disso, o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera é motivo de preocupação, pois esse gás tem sido reiteradamente apontado como um dos responsáveis pelo aquecimento global. Em relação a esse tema, julgue as alternativas verdadeiras ou falsas. Justifique suas escolhas.
- O hidrogênio é um combustível fóssil encontrado junto com o petróleo e o gás natural, e seu uso acarreta aumento do teor de dióxido de carbono atmosférico.
 - A queima de carvão, mineral ou vegetal, está associada a emissões de dióxido de carbono, mas somente o carvão mineral pode conter altos teores de enxofre e contribuir para a chuva ácida.
 - O metanol produzido a partir da nafta é um álcool, e sua queima não implica aumento de dióxido de carbono na atmosfera.
 - O etanol derivado da cana-de-açúcar é um biocombustível, e por esse motivo sua queima não causa emissões de dióxido de carbono.
 - O gás natural, também conhecido como gás de cozinha, é um combustível fóssil e, apesar de não ser poluente, sua queima emite dióxido de carbono.
28. O ácido succínico é dicarboxílico, saturado e de cadeia linear. Seu nome oficial (segundo a Iupac) é ácido butanodioico, e ele pode ser formado por meio de uma oxidação enérgica de um hidrocarboneto, sendo esse ácido o único produto. De qual hidrocarboneto ele é assim obtido? Escreva a reação.
29. O benzopireno é um composto aromático (hidrocarbonetos que apresentam pelo menos um anel benzênico em sua estrutura). Como possui cinco anéis aromáticos condensados, ele é mais especificamente um HPA (hidrocarboneto policíclico aromático), que é uma família de compostos caracterizados por possuírem dois ou mais anéis

aromáticos condensados. Sua fórmula estrutural está representada a seguir:



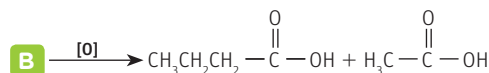
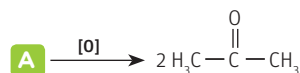
Esse composto é um agente cancerígeno muito potente e mutagênico, pois ele reage com o DNA humano, interferindo na reprodução das células.

O benzopireno pode ser encontrado em carnes muito grelhadas sobre carvão (assadas na brasa em churrascos) e em peixes defumados, pois nesses casos ocorre uma combustão incompleta de material orgânico, ou seja, a queima do carvão e a queima da própria carne geram o benzopireno e outros HPAs. Ele também está presente na poluição atmosférica.

Faça uma pesquisa para descobrir como ocorre a contaminação por benzopireno na carne de churrasco. Procure descobrir também se existe alguma forma mais segura para se fazer um churrasco e evitar essa contaminação.

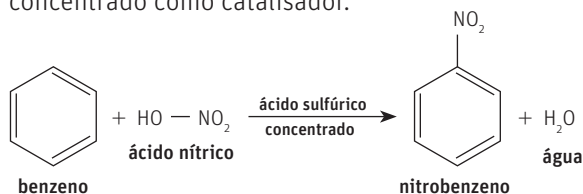
30. Um estudante de Química deseja produzir um diálcool vicinal com quatro átomos de carbono. Para isso, ele faz a reação de oxidação do but-1-eno em presença de permanganato de potássio em solução concentrada, quente e em meio ácido. Ele conseguirá obter seu produto? Justifique.

31. Dois alcenos, A e B, de fórmula C_6H_{12} , foram oxidados sob condições enérgicas, na presença de $KMnO_4$ acidulado e sob aquecimento, fornecendo diferentes produtos, conforme representação a seguir.



- Determine a fórmula estrutural e o nome da substância A. Nomeie o produto de sua oxidação.
 - Qual é a variação de Nox nos átomos de carbono da substância A pelo processo de oxidação?
 - Determine a fórmula estrutural e o nome da substância B. Dê o nome dos produtos obtidos na oxidação.
32. Um químico desejava determinar a estrutura de um alceno e, para isso, realizou a ozonólise de uma amostra do composto. Ele obteve dois produtos: um aldeído com dois átomos de carbono e uma cetona com cinco átomos de carbono e uma ramificação. Quais produtos foram formados? Qual é a estrutura e o nome do alceno?

33. O nitrobenzeno pode ser obtido por reação entre benzeno e ácido nítrico, usando-se ácido sulfúrico concentrado como catalisador.

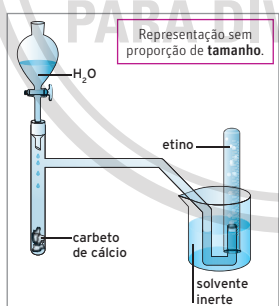


Para efetuar essa reação em laboratório, é necessário juntar os reagentes (benzeno e ácido nítrico) em um balão de vidro (balão de reação). Depois se adiciona o catalisador (ácido sulfúrico), e o sistema é mantido em aquecimento por várias horas.

Para que não haja volatilização do benzeno (líquido que apresenta temperatura de ebulição de, aproximadamente, 80 °C, sob pressão de 1 atm), o aquecimento é feito mantendo-se o sistema sob refluxo. O vapor de benzeno que se forma durante o aquecimento é condensado e retorna para o meio reacional.

- Quais são as fórmulas moleculares do benzeno e do nitrobenzeno?
- Com base nas massas atômicas (C = 12; H = 1; O = 16; N = 14), determine a massa molar do benzeno e a do nitrobenzeno.
- Qual é a massa de nitrobenzeno obtida em uma reação de 156 g de benzeno, admitindo-se que a reação tenha um rendimento de 80%?

34. O carbeto de cálcio (CaC₂) reage com água para formar etino (acetileno — C₂H₂), gás que apresenta calor de combustão de 1300 kJ · mol⁻¹. O esquema do equipamento de laboratório que pode ser usado para obter o etino está representado ao lado.



- Equacione a reação de formação de etino.
- Justifique o fato de o gás etino ser recolhido na parte de cima do tubo de ensaio emborcado, e não na parte inferior desse tubo.
- Equacione a reação de combustão do etino.
- Qual é a massa de carbeto de cálcio necessária para formar 520 g de etino? Admita que a reação tem rendimento de 100%.
- Qual o volume de dióxido de carbono formado a 27 °C e 1 atm, pela combustão de 520 g de etino?

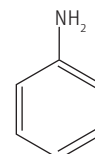
Dado: R = 0,082 atm · L · K⁻¹ · mol⁻¹

- A obtenção de etino em laboratório é uma atividade de alto risco. O que torna essa experiência perigosa?

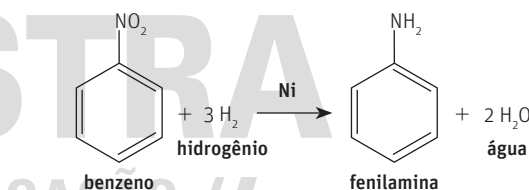
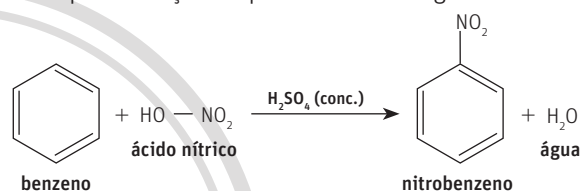
- Que massa de etino deve ser queimada para se obterem 6 500 kJ?
- Que massa de água tem sua temperatura elevada de 20 °C a 50 °C pela queima de 260 g de etino?

Dado: calor específico da água = 4,18 J · g⁻¹ · °C⁻¹

35. A fenilamina (benzenamina ou anilina), de fórmula



é um líquido incolor de temperatura de ebulição 184 °C (sob pressão de 1 atm). Tem densidade de, aproximadamente, 1,0 g · cm⁻³ e solubilidade em água de 36 g · L⁻¹. A anilina pode ser obtida do benzeno pelas reações equacionadas a seguir.

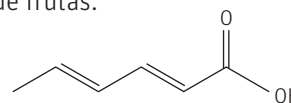


- Determine a massa de benzeno necessária para a obtenção de 465 g de fenilamina.

Dados: massas atômicas: C = 12; H = 1; N = 14

- Sabendo que a densidade do benzeno, a 20 °C, é 0,9 g · cm⁻³, determine o volume de benzeno, nessa temperatura, correspondente à massa encontrada no item anterior.

36. A substância representada pela fórmula estrutural abaixo é usada industrialmente como conservante para sucos de frutas.



Sobre essa substância é **correto** afirmar que:

- reage com excesso de bromo (Br₂) formando um tetra-haleto de ácido carboxílico de cadeia saturada.
- reage com cloro (Cl₂) na proporção de 1 : 1, tendo como produto principal o ácido 2,6-dicloro-hexanoico.
- sua ação conservante é justificada pelo aumento do pH do meio.
- é um aldeído de cadeia insaturada.
- por ser uma substância muito estável, não reage com cloro ou bromo.

Química ‘verde’ pode perder força

O preço do petróleo em um patamar próximo a US\$ 30 por barril – ou abaixo disso – tem influência nos próximos anos não apenas nas estratégias de negócios das petroleiras, mas também em setores intensivos no uso da *commodity* e seus derivados, bem como em fornecedores da cadeia. O impacto é direto na área de pesquisa e desenvolvimento de energias alternativas [...].

Beneficiada pelo petróleo desvalorizado, a indústria petroquímica pode ser obrigada a repensar o avanço em direção à produção a partir de fontes renováveis. “A química verde não compete com o petróleo a US\$ 30 o barril”, diz [...] Otávio Carvalho. Embora a produção renovável tenha apelo em nichos de mercado, o especialista destaca que, de maneira geral, “ninguém paga uma passagem mais cara porque o combustível da aeronave é verde”.

Por isso, a percepção de Carvalho é de que o fim da era do petróleo só ocorrerá quando a química verde ou outra fonte renovável for mais econômica que o petróleo. Mais do que isso, o especialista avalia que, se for vislumbrado um cenário em que petróleo permaneça baixo por muito tempo, “dentro de dois ou três anos, voltará a haver análises sobre investimentos em nafta, o que não ocorria desde o início dos anos 2000, na Arábia Saudita, quando esse derivado de petróleo era subsidiado”, relembra Carvalho.

Competitividade. Desde então, os principais projetos do mundo foram idealizados a partir da exploração do gás natural.

“Havia uma grande diferença de custo entre quem utilizava o gás natural e quem usava a nafta, e a margem do gás foi muito favorável durante algum tempo. Na medida em que o preço do petróleo cai, a diferença de preço relativo muda e as margens entre nafta e gás hoje são mais próximas”, comenta Carvalho. Como a química nacional tem a nafta como principal insumo, a nova relação de preços entre o petróleo e o gás torna a indústria nacional mais competitiva.

MAGNABOSCO, A. et al. Química ‘verde’ pode perder força. *O Estado de S. Paulo*, 14 fev. 2016. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,quimica-verde-pode-perder-forca,10000016356>>. Acesso em: 15 abr. 2016.



Ronald Zak/AP Photo/Glovimages

Reunião da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opec) realizada em Viena, na Áustria, em dezembro de 2015.

[...]

Carros. [...]

[...] Há anos o setor empenha esforços para colocar no mercado carros elétricos, que possam competir com os modelos movidos a combustão. Mas o fato é que, hoje, a maioria das empresas não se arrisca mais a fazer previsões de quando esse objetivo será alcançado.

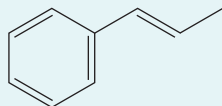
“Havia, entre as montadoras, uma onda de inovação que pode perder força, não só pela queda do preço do petróleo, mas também por causa da demanda por veículos enfraquecida no Brasil”, analisa o economista-chefe do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (Iedi), Rafael Cagnin. Ele concorda, no entanto, que o movimento em direção às energias alternativas permanecerá, ainda que em ritmo mais lento.

PARA DISCUTIR

1. Quais são os possíveis prejuízos ambientais e econômicos ao se abandonarem as pesquisas envolvendo o uso de fontes de energia alternativas?
2. Estudiosos afirmam que a “era do petróleo” está chegando ao fim. Você concorda com essa afirmação? Justifique sua escolha baseado em seus conhecimentos sobre o tema e também no texto lido acima.
3. O petróleo é considerado uma riqueza geopolítica. O que significa essa afirmação?

37. (Enem) O permanganato de potássio (KMnO_4) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o KMnO_4 é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.

Enem. Fac-símile: ID/BR



1-fenil-1-propeno

Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de KMnO_4 , são:

- ácido benzoico e ácido etanoico.
 - ácido benzoico e ácido propanoico.
 - ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
 - ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
 - ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.
38. (Enem) Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl_3) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química ambiental*. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
 - fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
 - coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
 - correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
 - floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.
39. (Enem) *Diesel* é uma mistura de hidrocarbonetos que também apresenta enxofre em sua composição. Esse enxofre é um componente indesejável, pois o trióxido de enxofre gerado é um dos grandes causadores da chuva ácida. Nos anos 1980, não havia regulamentação e era utilizado óleo *diesel* com 13000 ppm de enxofre. Em 2009, o *diesel* passou a ter 1800 ppm de enxofre (S1800) e, em seguida, foi inserido no mercado o *diesel* S500

(500 ppm). Em 2012, foi difundido o *diesel* S50, com 50 ppm de enxofre em sua composição. Atualmente, é produzido um *diesel* com teores de enxofre ainda menores.

Os impactos da má qualidade do óleo *diesel* brasileiro. Disponível em: <www.cnt.org.br>. Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A substituição do *diesel* usado nos anos 1980 por aquele difundido em 2012 permitiu uma redução percentual de emissão de SO_3 de

- 86,2%.
 - 96,2%.
 - 97,2%.
 - 99,6%.
 - 99,9%.
40. (Enem) O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não contém CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:
- $\text{CF}_2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{UV}} \text{CF}_2\text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot$
 - $\text{Cl}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{ClO}\cdot$
- A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O_3) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida. A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é
- substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
 - servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
 - reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
 - impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2O).
 - destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando dióxido de carbono (CO_2), que é inofensivo para a camada de ozônio.
41. (Enem) No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o slogan: 1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO_2 a menos! A

ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO_2 emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? É pra já! Disponível em: <<http://lqes.iqm.unicamp.br>>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C_4H_{10}), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de

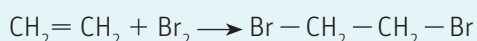
Dados: CO_2 (44 g/mol); C_4H_{10} (58 g/mol)

- a) 0,25 kg.
- b) 0,33 kg.
- c) 1,0 kg.
- d) 1,3 kg.
- e) 3,0 kg.

42. (Enem) Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl (g), cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente. Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em

- a) água dura.
- b) água de cal.
- c) água salobra.
- d) água destilada.
- e) água desmineralizada.

43. (Uerj) Para diferenciar os hidrocarbonetos etano e eteno em uma mistura gasosa, utiliza-se uma reação com bromo molecular: o etano não reage com esse composto, enquanto o eteno reage de acordo com a seguinte equação química:



Considere um cilindro de capacidade igual a 10 L, contendo apenas esses hidrocarbonetos em uma mistura com massa igual a 200 g. Ao se adicionar bromo em excesso à mistura, todo o eteno reagiu, formando 940 g de 1,2-dibromoetano. A concentração inicial de etano, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, no interior do cilindro, corresponde a:

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

44. (UFBA) No final do século XVIII, o uso do fogo possibilitou o desenvolvimento da primeira máquina a vapor, dando início à Revolução Industrial. As primeiras máquinas térmicas foram utilizadas na extração da água das minas de carvão e, depois, aplicadas nas indústrias e no aperfeiçoamento de trens. Em poucas décadas, essas máquinas transformaram o mundo. (OLIVEIRA, 2011). Os motores que equipam os carros de hoje não diferem muito do primeiro modelo criado em 1876 pelo engenheiro alemão Nikolaus Otto. Em mais de 100 anos, nenhum fabricante conseguiu aumentar de forma expressiva o aproveitamento de energia obtida da queima de combustível. Atualmente, esse aproveitamento é de, aproximadamente, 30% nos motores a gasolina e a álcool e de 50% nos motores a diesel. O restante da energia se dissipa na forma de calor. (SALVADOR, 2011, p. 84).

Considerando-se os conhecimentos sobre as máquinas térmicas, seu funcionamento e sua utilização, é **correto** afirmar:

- (01) A energia liberada na combustão completa de uma tonelada de carvão, considerado 100% puro, é de, aproximadamente, $3,3 \times 10^7$ kJ, de acordo com a equação química $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 394$ kJ
- (02) A obtenção do vapor de água, a partir do aquecimento da água líquida, envolve a ruptura de ligações de hidrogênio existentes entre as moléculas de água.
- (04) O rendimento de uma máquina térmica que retira calor de uma fonte quente, a 127°C , e que o rejeita para uma fonte fria, a 27°C , é de aproximadamente 30%.
- (08) A potência média útil de uma máquina que retira 50,0 litros de água, por segundo, de um poço com 2,0 m de profundidade, em uma mina de carvão, é de 1,0 kW, considerando-se a densidade da água $1,0$ kg/L e a aceleração da gravidade local 10 m/s².
- (16) A variação da energia interna, ΔU , da substância operante de uma máquina térmica, no processo de expansão do gás, é uma decorrência do calor trocado com o meio externo e do trabalho realizado pelo gás.
- (32) A energia aproveitada para mover um veículo, utilizando como único combustível $114,0$ g de octano puro, é de $3282,6$ kJ, de acordo com a equação termoquímica [$\Delta H = -10942$ kJ] $2\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 25\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 16\text{CO}_2(\text{g}) + 18\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.



45. (Fuvest-SP) Uma mistura de 2-metilbutano e cloro é irradiada com luz solar. Há formação de HCl e de uma mistura de compostos de fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$. Escreva as fórmulas estruturais e os nomes dos possíveis compostos formados.

46. (UFBA) Ainda que os planos de redução das emissões de dióxido de carbono funcionem, mais cedo ou mais tarde o mundo vai precisar de uma ou mais tecnologias novas que, juntas, consigam fornecer 10 terawatts a 30 terawatts sem expelir uma tonelada sequer desse gás. A geração de energia por meio de ondas e marés, de ventos em elevadas altitudes, de energia solar espacial e de usinas nucleares são alternativas que apresentam significativa viabilidade para o futuro. (GIBBS, 2011).

Com base nos conhecimentos atuais sobre emissões de dióxido de carbono, geração de energia e aquecimento global, pode-se afirmar:

- (01) A emissão de uma tonelada de dióxido de carbono na atmosfera corresponde a um volume de aproximadamente $5,1 \times 10^5$ L, nas CNTP.
- (02) O CO_2 produzido na combustão da gasolina está entre os principais poluidores da atmosfera, sendo o maior responsável pela destruição da camada de ozônio.
- (04) O CO_2 liberado durante a respiração celular de mamíferos é transferido do sangue para o ar, em um processo de difusão que ocorre entre os alvéolos pulmonares e os capilares sanguíneos que os envolvem.
- (08) Raios solares incidindo perpendicularmente sobre uma placa fotovoltaica, de especificação 75,0 W e 12,0 V, durante 8 horas, armazenam a carga elétrica de, no máximo, 50,0 Ah em uma bateria.
- (16) A construção de usinas eólicas marítimas seria uma alternativa promissora, porque os ventos fortes, em alto mar, produziram a rotação das pás com maior frequência e gerariam uma corrente induzida média de maior intensidade nas bobinas do gerador.
- (32) A combustão de um mol de metano – poder calorífico 55,7 kJ/g – libera mais energia e gás carbônico que a combustão de um mol de etanol – poder calorífico 29,7 kJ/g – nas mesmas condições.
- (64) O efeito estufa – fenômeno influenciado pela concentração de dióxido de carbono na atmosfera – evita a rápida perda de calor da superfície terrestre, mantendo-a aquecida.

47. (Unitau-SP) Sabendo que alguns monoderivados do benzeno dirigem o substituinte principalmente para as posições *orto* e *para* e que nitroderivados dirigem-no para as posições *meta*, indique os produtos das seguintes equações de reação.

- a) Tolueno + cloro \rightarrow 
- b) Nitrobenzeno + cloro \rightarrow 

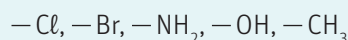
48. (Fuvest-SP) Na primeira etapa da reação de alcanos com cloro, ocorre a troca de apenas um átomo

de hidrogênio por átomo de cloro. Considerando somente essa etapa, quantos hidrocarbonetos clorados diferentes podem se formar ao reagirem 2-metil-propano e cloro?

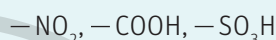
- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

49. (PUC-SP) Grupos ligados ao anel benzênico interferem na sua reatividade. Alguns grupos tornam as posições *orto* e *para* mais reativas para reações de substituição e são chamados *orto* e *para*-dirigentes, enquanto outros grupos tornam a posição *meta* mais reativa, sendo chamados de *meta*-dirigentes.

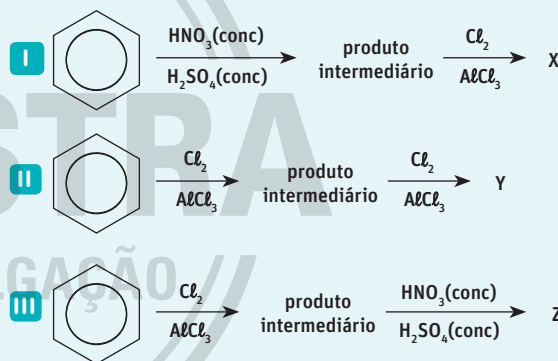
• Grupos *orto* e *para*-dirigentes:



• Grupos *meta*-dirigentes:



As rotas sintéticas I, II e III foram realizadas com o objetivo de sintetizar as substâncias X, Y e Z, respectivamente.



PUC-SP Fac-símile: ID/BR

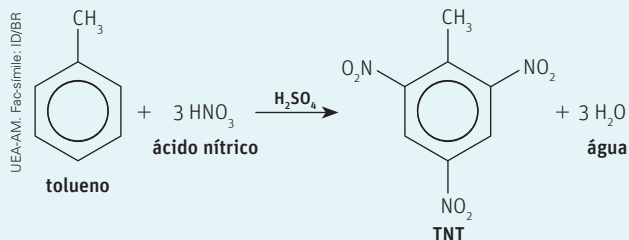
Após o isolamento adequado do meio reacional e de produtos secundários, os benzenos dissustituídos X, Y e Z obtidos são, respectivamente,

- a) *orto*-cloronitrobenzeno, *meta*-diclorobenzeno e *para*-nitrotolueno.
- b) *meta*-cloronitrobenzeno, *orto*-diclorobenzeno e *para*-nitrotolueno.
- c) *meta*-cloronitrobenzeno, *meta*-diclorobenzeno e *meta*-nitrotolueno.
- d) *para*-cloronitrobenzeno, *para*-diclorobenzeno e *orto*-nitrotolueno.
- e) *orto*-cloronitrobenzeno, *orto*-diclorobenzeno e *para*-cloronitrobenzeno.

50. (UPE) Assinale dentre as alternativas [a seguir] aquela que caracteriza uma reação de substituição.

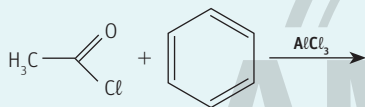
- a) acetileno + brometo de hidrogênio.
- b) butadieno 1,3 + iodo.
- c) hexano + cloro.
- d) metilpropeno + água.
- e) ciclobuteno + cloreto de hidrogênio.

51. (UEA-AM) Um dos mais importantes explosivos de uso militar, o trinitrotolueno (TNT), pode ser obtido a partir da nitração total do tolueno, que se processa segundo a equação química representada a seguir:



Assinale a maior massa de TNT que pode ser obtida pela reação de 1840 g de tolueno com quantidade suficiente de ácido nítrico.

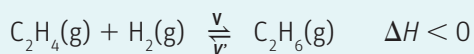
- a) 4,54 kg c) 0,454 kg e) 0,092 kg
 b) 2,27 kg d) 0,227 kg
52. (UFU-MG) Considere a reação do benzeno com cloreto de etanoíla.



Nesta reação o produto principal é:

- a) c)
- b) d)

53. (UFMG) A reação do eteno, C₂H₄, com hidrogênio, H₂, produz etano, C₂H₆. Sabe-se que, no equilíbrio, a velocidade de formação dos produtos, V, e a velocidade inversa de formação dos reagentes, V', são iguais.

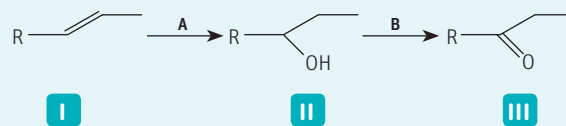


Foram realizados dois experimentos envolvendo essa reação, com apenas uma diferença: um na presença de catalisador; o outro, na ausência deste. Comparando-se esses dois experimentos, é **correto** afirmar que, na reação catalisada, aumenta:

- a) a concentração de etano, no equilíbrio.
 b) a quantidade de energia térmica produzida.

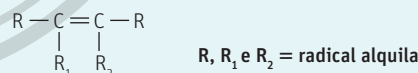
- c) a rapidez com que as velocidades V e V' se igualam.
 d) a velocidade V, enquanto a velocidade V' diminui.

54. (UEL-PR) Um processo laboratorial para conversão de alcenos em cetonas de mesma cadeia carbônica consiste na prévia conversão do alceno (I) em álcool (II), etapa A, e posterior conversão deste último na cetona (III), etapa B, conforme o esquema abaixo.



As reações utilizadas para essas duas conversões devem ser, respectivamente,

- a) oxidação de I e redução de II.
 b) hidratação de I e redução de II.
 c) redução de I e hidrogenação de II.
 d) hidratação de I e oxidação de II.
 e) hidrogenação de I e oxidação de II.
55. (PUC-PR) A reação de ozonólise dos alcenos produzirá moléculas de:
- a) álcoois ou fenóis.
 b) cetonas ou aldeídos.
 c) cetonas ou ácidos carboxílicos.
 d) álcoois ou ácidos carboxílicos.
 e) diálcoois ou ácidos carboxílicos.
56. (PUC-Campinas-SP) O composto



ao sofrer oxidação parcial, com reagente adequado e quebra da ligação dupla, forma:

- a) somente aldeídos.
 b) somente cetonas.
 c) somente álcoois secundários.
 d) aldeídos e cetonas.
 e) álcoois secundários e ácidos carboxílicos.
57. (UFPE/UFRPE) Se a oxidação enérgica (KMnO₄(aq)/H₃O⁺) do composto A produziu ácido butanoico e propanona, o composto A é o:
- a) 2-penteno.
 b) 2-hexeno.
 c) 2-metil-2-penteno.
 d) 2-metil-3-hexeno.
 e) 2-metil-2-hexeno.

Reações envolvendo funções oxigenadas

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Obtenção e reações de alcoóis.

Obtenção e reações de éteres.

Obtenção e reações de aldeídos e cetonas.

Obtenção e reações de ácidos carboxílicos.

Obtenção e reações de ésteres.



Neto Inv/D/BR

O alisamento de cabelos é um procedimento comumente realizado nos salões de beleza. Em muitos casos, esse procedimento envolve o uso de produtos que expõem usuários e cabeleireiros a riscos de saúde. Por isso, é muito importante ficar de olho na composição dos produtos utilizados.

O alisamento de cabelos é um dos serviços prestados por salões de beleza. Você saberia identificar em que condições esse procedimento é seguro? Por que mesmo podendo envolver riscos à saúde, tempo e dinheiro, muitas pessoas procuram esse serviço?

O formol (solução aquosa de metanal, conhecido usualmente como formaldeído) é um dos compostos que costumavam ser usados em produtos para alisar os cabelos de forma definitiva. Desde 2009, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) restringiu a comercialização dele, de modo a diminuir a sua utilização como alisante capilar, visando a proteção da saúde de profissionais e consumidores.

Devido ao seu baixo custo e alto grau de pureza, o formaldeído tornou-se um dos mais importantes produtos químicos industriais e de pesquisa no mundo e pode ser obtido a partir do metano. Mesmo com comercialização restrita, o formol continua sendo vendido de forma ilegal para ser usado como alisante, colocando em risco a saúde de quem o manipula e de quem faz alisamentos.

Além do formaldeído, diversas outras substâncias que contêm oxigênio em sua composição são importantes para o sistema produtivo, como o etanol, uma fonte energética renovável.

Embora o etanol seja a substância mais conhecida entre os alcoóis, diversas outras pertencentes a essa função participam de reações cujos produtos têm grande utilidade nos dias de hoje ou são essenciais para a manutenção da vida.

A glicerina, por exemplo, reage com ácidos carboxílicos em sistemas biológicos para formar os ésteres conhecidos como triglicérides. Em algumas situações, o organismo, para obter energia, hidrolisa esses ésteres, e os ácidos carboxílicos liberados são convertidos em cetonas. Neste capítulo, serão abordadas algumas reações de compostos de funções oxigenadas, seus produtos e em que eles são utilizados.

Obtenção e reações de alcoóis

Quando as reações de compostos orgânicos são estudadas, procura-se prever, com o auxílio da estrutura dos reagentes, qual será o produto principal. Muitas vezes, parte-se também do caminho contrário: conhecendo o produto desejado, os pesquisadores buscam qual ou quais serão os reagentes para produzi-lo.

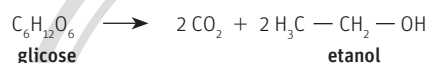
A química dos alcoóis é bastante rica e presente tanto na natureza quanto nos processos industriais. Diversos feromônios (substâncias responsáveis pela comunicação entre os seres vivos) encontrados na natureza possuem grupos álcool em suas estruturas.

Métodos de obtenção de alcoóis

Alcoóis podem ser obtidos de diversas formas, cada uma partindo de determinada classe de reagentes. Para a produção de etanol, o processo mais utilizado é a **fermentação**. Na maioria das vezes, processos de produção de alcoóis são realizados simultaneamente a algum processo de separação, como a destilação, para que seja obtido álcool com elevado teor de pureza.

Fermentação

Hoje em dia, o etanol é produzido industrialmente em larga escala, utilizando-se um processo biológico muito conhecido chamado fermentação, que se baseia na transformação de açúcares na ausência de oxigênio. Essa transformação ocorre pela ação de microrganismos (sobretudo leveduras do gênero *Saccharomyces*). A reação da produção do etanol é:



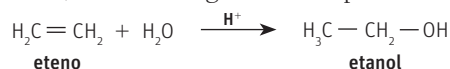
Nesse processo, as condições do meio – principalmente pH, temperatura e concentrações de oxigênio, açúcar e nutrientes – devem ser bem controladas, de tal forma que o etanol produzido não seja oxidado, o açúcar não seja consumido na reprodução das leveduras e não ocorra proliferação de bactérias nocivas aos microrganismos fermentadores.

Em escala industrial, essas reações são realizadas em gigantescos tanques chamados **fermentadores**. A fermentação do açúcar produz uma mistura que contém aproximadamente 10% em massa de etanol. Após essa etapa, a mistura é pré-separada por filtração, cujo objetivo é remover restos de microrganismos remanescentes na mistura obtida. Esse filtrado segue para destiladores, dos quais, após a destilação, é possível obter o álcool hidratado com 96 °GL. Nessa concentração, a água e o álcool formam uma mistura chamada de **azeotrópica**, impossível de separar por destilação convencional.

Para a obtenção de valores superiores de teor alcoólico – como o álcool anidro combustível, 99,6 °GL, utilizado como solvente e adicionado à gasolina – é acrescentado ciclo-hexano à mistura álcool-água. Quando o sistema é aquecido, a mistura entra em ebulição, e o etanol, por ser menos volátil do que a mistura, é retirado pela parte inferior da coluna de fracionamento. Esse processo é chamado **destilação azeotrópica**.

Hidratação de alcenos

Além da fermentação, outro método para a produção de alcoóis é a reação entre alceno e água em meio ácido, formando álcool, como no seguinte exemplo:



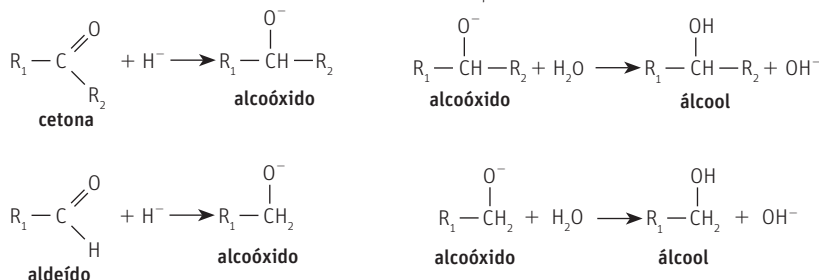
Usina de açúcar e etanol. Lençóis Paulista (SP). Foto de 2011.

Fabio Colombin/Acervo do fotógrafo

Redução de aldeídos e cetonas

Diversas essências, utilizadas em perfumes e como aditivos alimentares, são constituídas por terpenos. Algumas dessas substâncias possuem o grupo hidroxila em suas estruturas, como o mentol, o geraniol e o nerol.

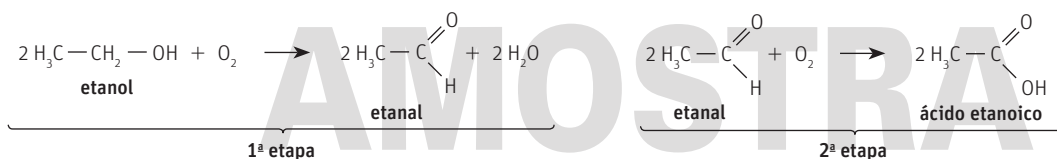
Para sintetizar terpenos complexos que contêm grupos OH, é comum o emprego de reações de redução, em que os reagentes são aldeídos e cetonas, os quais sofrem redução por meio de redutores, como o hidreto de lítio e alumínio (LiAlH_4).



Reações de alcoóis

Oxidação

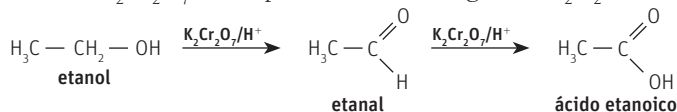
O vinho pode ser convertido em vinagre quando em contato com o oxigênio presente no ar. Nessa reação, que ocorre em duas etapas, o etanol reage com o oxigênio na presença de microrganismos, e o álcool é convertido em aldeído (1ª etapa). O aldeído formado reage rapidamente com o oxigênio, dando origem ao ácido etanoico (2ª etapa). Veja a seguir:



Em cada etapa, um átomo de hidrogênio é removido do átomo de carbono inicialmente ligado à hidroxila. Na primeira etapa, pela formação de uma ligação dupla $\text{C}=\text{O}$; na segunda, pela formação de uma ligação $\text{C}-\text{O}$. A oxidação de propan-2-ol, por exemplo, fornece propanona e água:



Essas reações não ocorrem apenas com oxigênio, mas também com agentes oxidantes como o dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ou o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Por exemplo:



Veja abaixo o resumo das reações de oxidação de alcoóis (R , R_1 , R_2 e R_3 representam qualquer cadeia carbônica). A combustão é também uma reação de oxidação de alcoóis.

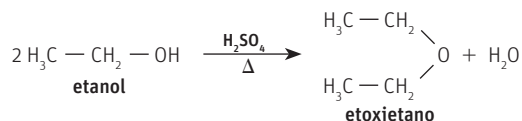
Álcool	Primeira oxidação	Segunda oxidação	Oxidação total (combustão)
Primário: $\text{R}-\text{CH}_2-\text{OH}$	Aldeído: $\text{R}-\text{C}=\text{O}$ $\quad \quad \quad \diagdown$ $\quad \quad \quad \text{H}$	Ácido carboxílico: $\text{R}-\text{C}=\text{O}$ $\quad \quad \quad \diagdown$ $\quad \quad \quad \text{OH}$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Secundário: $\begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{R}_1-\text{CH}-\text{R}_2 \end{array}$	Cetona: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2 \end{array}$	Não reage	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Terciário: $\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}_3 \end{array}$	Não reage	Não reage	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Desidratação

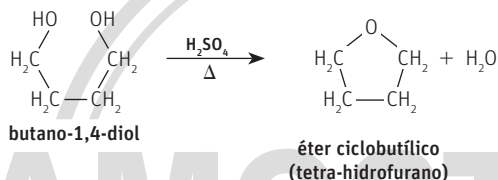
A desidratação é uma reação que envolve a perda de água. No caso dos alcoóis, essas reações podem ser **intramoleculares**, quando há modificação estrutural na molécula de álcool e a liberação de uma molécula de água para cada molécula reagente, ou **intermoleculares**, quando a reação acontece entre moléculas (da mesma substância ou de substâncias diferentes), ocorrendo a perda de uma molécula de água para cada duas moléculas reagentes.

De maneira geral, essas reações ocorrem na presença de ácido sulfúrico concentrado (que é desidratante) e em temperaturas superiores a 100 °C. No caso de alcoóis, a desidratação intramolecular produz um alceno com o mesmo número de átomos de carbono do álcool, e a desidratação intermolecular produz um éter.

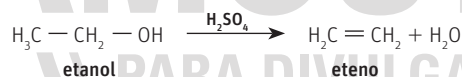
Por exemplo, a desidratação intermolecular do etanol com ácido sulfúrico a 140 °C leva à formação de etoxietano (éter dietílico).



No caso dos alcoóis formados por moléculas que possuem mais de uma hidroxila, a desidratação intramolecular pode resultar no fechamento da cadeia, formando um anel. Por exemplo, o produto desse tipo de reação para o butano-1,4-diól é um éter cíclico muito utilizado como solvente e na indústria farmacêutica, o THF (tetra-hidrofurano).



A desidratação intramolecular do etanol na presença de H₂SO₄ concentrado e sob temperaturas acima de 170 °C produz o eteno:



Para cada molécula de álcool, nesse caso, forma-se uma molécula de alceno. O ácido sulfúrico concentrado atua como catalisador e desidratante (remove água do meio reacional).

SAIBA MAIS

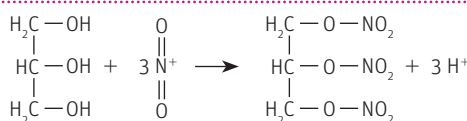
Nitroglicerina

Descoberta em 1847 por Ascanio Sobrero (1812-1888), a nitroglicerina é um poderoso explosivo, principal componente da dinamite. Sua síntese pode ser resumida na reação entre glicerina e uma mistura concentrada de ácido sulfúrico e ácido nítrico, chamada de **mistura sulfonítrica**, em condições controladas.

Em uma mistura sulfonítrica existe a formação de um íon fundamental na síntese de diversos explosivos, entre eles a nitroglicerina, a nitrocelulose e o TNT (trinitrotolueno): o íon NO₂⁺.

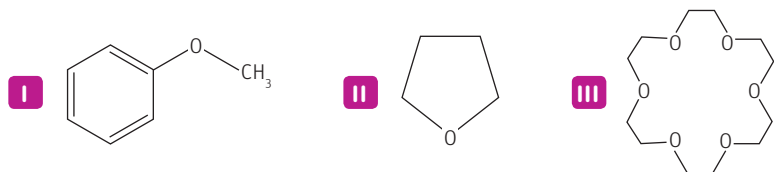


Esse íon interage com as três hidroxilas existentes na glicerina em uma reação semelhante a uma esterificação.



Obtenção e reações de éteres

Embora o termo éter seja frequentemente utilizado como sinônimo de éter dietílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$), na verdade trata-se de um grupo funcional caracterizado pela presença de duas cadeias carbônicas, aromáticas ou alifáticas, ligadas ao átomo de oxigênio ($\text{R}-\text{O}-\text{R}'$). Veja alguns exemplos.



Estruturas de éteres: (I) anisol, (II) tetra-hidrofurano (THF) e (III) éter 18-coroa-6.

Enquanto o anisol (I) é classificado como um éter aromático, o THF (II) é um éter alifático cíclico. Já o composto (III) é um dos mais eficazes éteres de coroa – éteres cíclicos contendo quatro, cinco ou mais átomos de oxigênio – utilizados como catalisadores de transferência de fase. Veja o box ao lado.

Métodos de obtenção de éteres

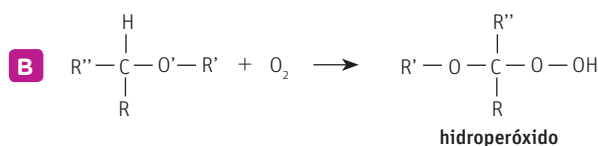
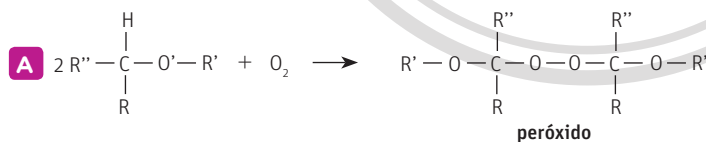
Uma forma de obtenção de éteres é pela desidratação intermolecular de alcoóis, como foi visto anteriormente.

Reações de éteres

Os éteres são compostos relativamente estáveis, de baixa polaridade, pouco solúveis em água. Devido a essas propriedades, são muito utilizados como solvente para extrair substâncias orgânicas de soluções aquosas. O THF, por exemplo, é usado como solvente em muitas reações orgânicas.

Oxidação

Apesar da estabilidade, muitos éteres reagem lentamente com o oxigênio do ar formando peróxidos (A) ou hidroperóxidos (B), em um processo denominado auto-oxidação.



Esquema de auto-oxidação de éteres em que há formação de peróxidos e hidroperóxidos.

Os hidroperóxidos e os peróxidos podem explodir, principalmente quando o éter é destilado. Isso ocorre, em geral, em frascos armazenados por longos períodos de tempo.

Clivagem ácida

Quando os éteres são aquecidos na presença de haletos de hidrogênio concentrados, as ligações $\text{C}-\text{O}$ são rompidas. Se a reação ocorrer com éteres dialquílicos, os produtos formados serão haletos de alquila e água. Se ocorrer com éteres alquil-arílicos, serão um haleto de alquila e um fenol.

SAIBA MAIS

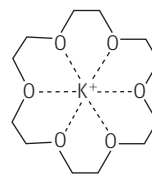
Éter de coroa: catalisador de transferência de fase

A catálise de transferência de fase é um método utilizado para acelerar a reação entre substâncias que constituem fases diferentes ou que estão dissolvidas em fases diferentes, pela atuação de um catalisador.

Os éteres de coroa são utilizados para esse tipo de catálise e, por isso, são denominados catalisadores de transferência de fase.

Essas substâncias são poliéteres cíclicos, nomeados como x-coroa-y, em que **x** corresponde ao número total de átomos do ciclo, e **y** ao número de átomos de oxigênio.

Tais compostos apresentam uma cavidade, com os átomos de oxigênio voltados para o interior, e os de carbono para o exterior. Essa característica geométrica faz com que cátions sejam atraídos pelos pares de elétrons não compartilhados dos átomos de oxigênio, formando estruturas como a representada a seguir, para o complexo formado entre íons K^+ e o éter 18-coroa-6.



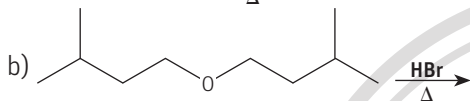
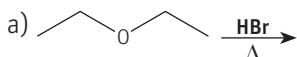
A denominação éteres de coroa se deve à semelhança com uma coroa em torno do cátion.

A geometria do complexo formado, com cavidade hidrofílica e exterior hidrofóbica, torna-o solúvel em solventes orgânicos de baixa polaridade.

Como o cátion carrega consigo um ânion, pode-se supor que o éter de coroa altera a solubilidade do composto iônico em solventes de baixa polaridade.

É dessa forma que os éteres de coroa transferem íons entre as fases orgânica e aquosa.

1. As garrafas de vinho costumam ser guardadas na posição horizontal. Esse procedimento faz com que os poros da rolha de cortiça sejam ocupados pelo líquido, o que impede a entrada de ar e mantém o álcool da bebida livre da ação oxidativa do oxigênio. Qual é o composto orgânico resultante da oxidação total do etanol?
2. Por que alcoóis terciários não podem ser oxidados a ácidos carboxílicos? Em sua explicação, compare o comportamento desses alcoóis com um álcool secundário e um álcool primário.
3. Escreva as fórmulas estruturais dos produtos orgânicos obtidos a partir das reações, cujos reagentes encontram-se representados a seguir.



4. O etanol (C₂H₅OH) é, normalmente, obtido por fermentação da glicose.

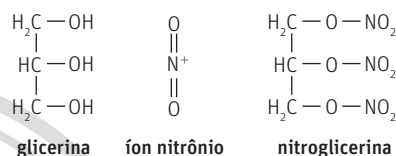


Esse produto, por sua vez, além de poder ser usado como combustível em substituição aos derivados de petróleo, pode ser ponto de partida para síntese de substâncias como: eteno, cloroetano, éter dietílico, ácido etanoico, etanal e etanoato de etila. Esquematize, na forma de um diagrama, as condições para que as substâncias citadas sejam obtidas a partir do etanol.

5. Em um laboratório, obtiveram-se 444 g de éter dietílico a partir de 920 g de etanol.
 - a) Equacione a reação envolvida.
 - b) Determine o rendimento do processo. Justifique sua resposta apresentando os cálculos envolvidos.
 - c) Calcule o volume de éter correspondente, sabendo que sua densidade é, aproximadamente, 0,7 g/mL.
6. O doce cheiro de diversos perfumes provém de substâncias que possuem o grupo funcional álcool. Explique por qual motivo o cheiro desses perfumes, caso não devidamente fechados, pode mudar ao longo dos anos.
7. Para identificar três diferentes compostos orgânicos, os quais contêm apenas o grupo funcional álcool, utilizou-se um forte agente oxidante (permanganato de potássio (KMnO₄)) em três frascos separados, cada um contendo um dos compostos a ser identificado. No primeiro frasco, observou-se redução no valor do pH. No segundo frasco,

observou-se que ocorreu reação, porém não houve redução significativa no valor do pH; já no terceiro, não se observou reação. O que pode ser concluído sobre cada um desses três compostos?

8. A mistura sulfonítrica (mistura de ácido nítrico (HNO₃) e sulfúrico (H₂SO₄)) é muito utilizada na síntese de explosivos. Nessa mistura, o ácido sulfúrico consegue remover 1 molécula de água do ácido nítrico, produzindo íons nitrônio (O=N⁺=O), os quais são capazes de reagir com diversas moléculas orgânicas, entre elas a glicerina, e com isso produzir a nitroglicerina, um dos principais componentes da dinamite.



Sabendo que a reação entre o íon nitrônio e alcoóis segue processo semelhante a uma reação de esterificação, porém produzindo H⁺ em vez de H₂O como subproduto de reação, responda ao que se pede.

- a) Escreva a reação balanceada entre NO²⁺ e a glicerina.
 - b) Sabendo que os produtos da decomposição da nitroglicerina são unicamente água, gás carbônico, gás nitrogênio e gás oxigênio, escreva a reação de decomposição da nitroglicerina.
 - c) Qual a pressão total dos gases produzidos a partir de 2 mols (454 g) de nitroglicerina a 27 °C (300 K) em um frasco fechado de 4,1L?
9. O THF (tetra-hidrofurano), também chamado de 1,4-epoxibutano, pode ser obtido pela desidratação intramolecular de um álcool. Represente a fórmula desse álcool e dê o seu nome oficial.
 10. Em uma atividade experimental, um grupo de estudantes realizou o seguinte procedimento:
 - I. Adição de but-2-eno em um recipiente contendo água levemente acidificada.
 - II. O produto obtido foi separado e introduzido em outro recipiente com um meio contendo dicromato de potássio.
 - III. O produto da etapa anterior foi separado e a sua massa, medida.
 Com base nas informações, responda:
 - a) Dê os nomes oficiais e as fórmulas estruturais dos produtos da etapa I e II.
 - b) Admitindo que o rendimento de cada reação é de 80% e que o grupo de estudantes utilizou 8,4 g de but-2-eno, calcule a massa do produto final obtido.

Obtenção e reações de aldeídos e cetonas

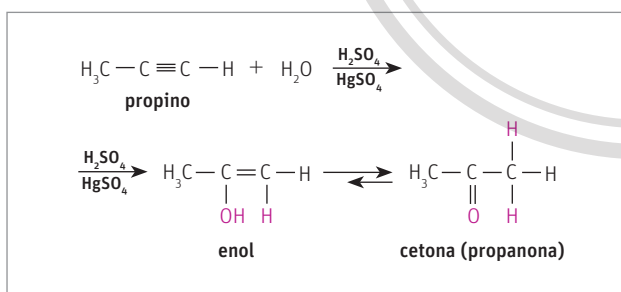
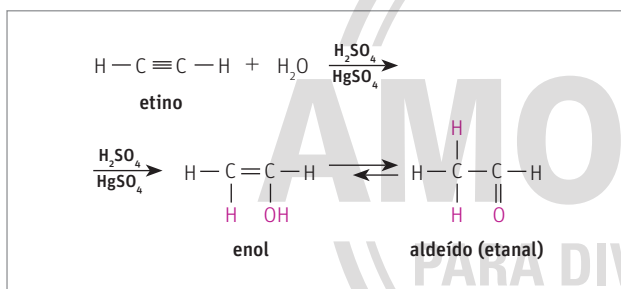
Obtenção de aldeídos e cetonas

Os principais métodos de obtenção de aldeídos e cetonas são: **hidratação de alcinos**, **ozonólise de alcenos** e **oxidação parcial de alcoóis**. Há também um método específico para obtenção de cetonas: a **decomposição térmica de sais orgânicos de cálcio**. A seguir serão detalhados cada um destes processos.

Hidratação de alcinos

Ocorre a adição de moléculas de água, em meio ácido na presença de catalisador, com formação de um enol como composto intermediário. Se o alcino que reagir for o etino, haverá a formação de um aldeído. Para todos os outros alcinos, há formação de cetonas.

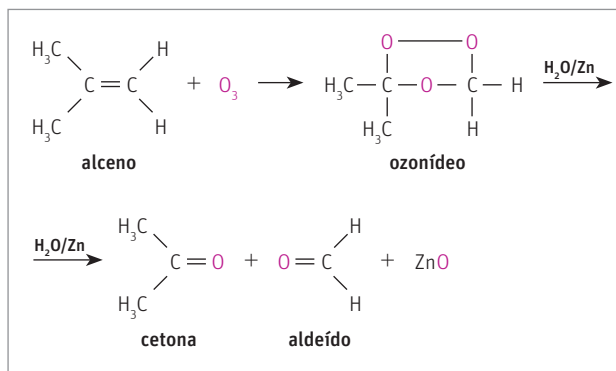
Exemplos



Ozonólise de alcenos

O ozônio é um oxidante bastante enérgico e quebra a dupla-ligação do alceno, formando o composto intermediário denominado ozonídeo ou ozoneto. Por ser muito instável e explosivo, não se pode purificar esse intermediário, o qual por hidrólise na presença de um agente redutor forma um aldeído ou uma cetona. A função desse agente redutor, geralmente a limalha de zinco, consiste em impedir a formação do peróxido de hidrogênio que, se aparecesse, oxidaria o aldeído formado. O zinco age capturando oxigênio e formando o óxido de zinco (ZnO).

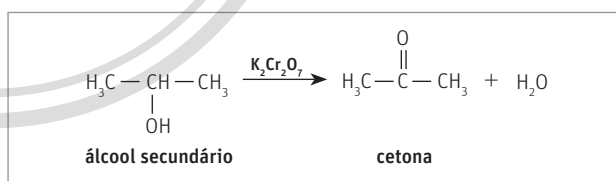
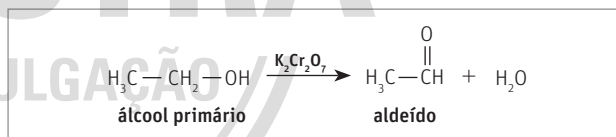
Exemplo



Oxidação parcial de alcoóis

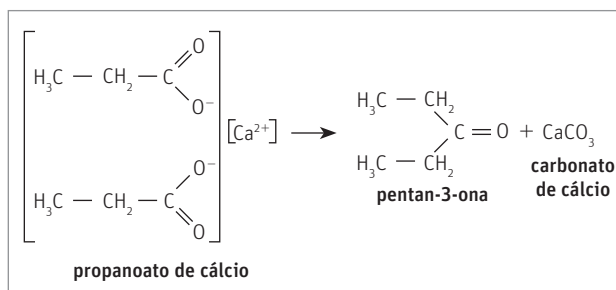
Se o álcool for primário, a oxidação parcial gera um aldeído, e a oxidação total gera um ácido carboxílico. Para evitar a oxidação até ácido carboxílico, pode-se realizar a reação em uma temperatura maior que a temperatura de ebulição do aldeído que será formado. Desse modo, ele evapora e vai sendo retirado do meio reacional assim que é formado. Se o álcool for secundário, o produto da sua oxidação será uma cetona.

Exemplos



Decomposição térmica de sais orgânicos de cálcio

O aquecimento de sais orgânicos de cálcio leva à sua decomposição, originando, além de uma cetona, o carbonato de cálcio:

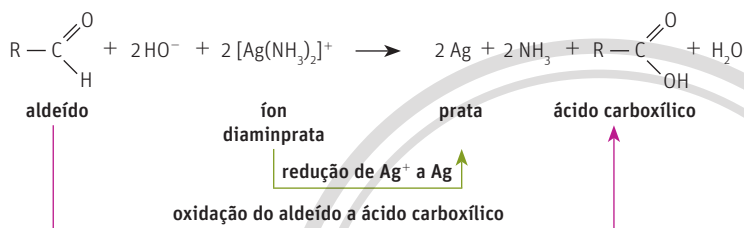
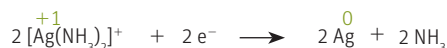
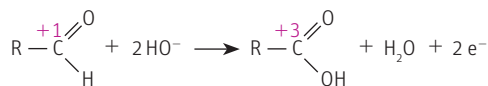


Reações de aldeídos e cetonas

Como diferenciar aldeídos de cetonas - formação do espelho de prata

As substâncias que apresentam o grupo aldeído podem ser oxidadas, em condições apropriadas, com formação do correspondente ácido carboxílico. Quando o agente oxidante é o íon prata (Ag^+) presente no nitrato de prata $\text{AgNO}_3(\text{aq})$, por exemplo, há formação de uma película de prata metálica (Ag).

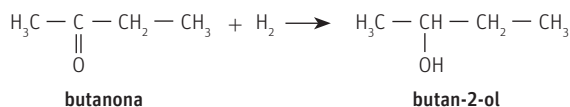
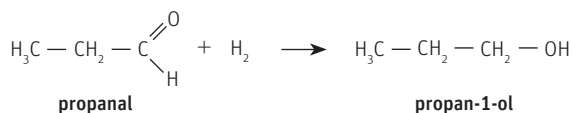
As reações envolvidas podem ser equacionadas por:



As substâncias que contêm apenas o grupo funcional cetona não são reduzidas pelo Ag^+ nessas condições. Por isso, esse método constitui uma alternativa para diferenciar os compostos que possuem o grupo carbonila em uma extremidade da cadeia (aldeídos) dos compostos que apresentam o grupo carbonila entre átomos de carbono (cetonas). A solução aquosa de amônia e nitrato de prata, usada para esse fim, é conhecida como **reagente de Tollens**.

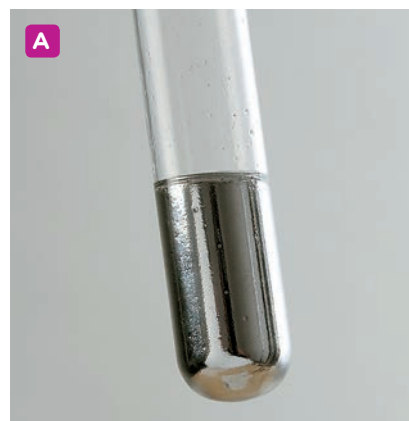
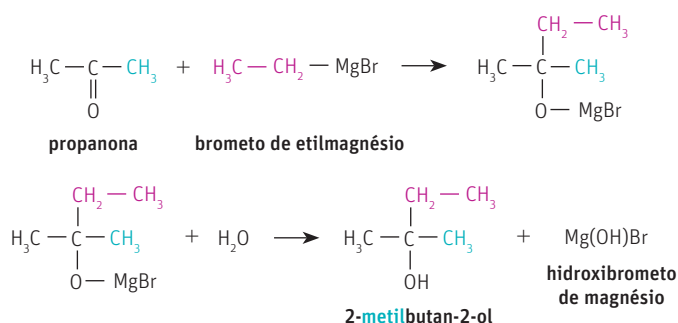
Redução de aldeídos e cetonas

A redução de compostos carbonílicos é um método para a obtenção de alcoóis. Em condições apropriadas, os aldeídos são reduzidos a alcoóis primários, e as cetonas, a alcoóis secundários.



Redução com reagentes de Grignard

A transformação de compostos carbonílicos (aldeídos ou cetonas) em alcoóis pode ser feita, em pequena escala e condições apropriadas, pela reação com reagentes de Grignard (substâncias que apresentam fórmula geral: $\text{R}-\text{MgX}$, em que X é um halogênio, e R representa um grupo orgânico).



Formação de prata metálica (espelho de prata) (A) pela reação de glicose e soluções aquosas de amônia e nitrato de prata (B).

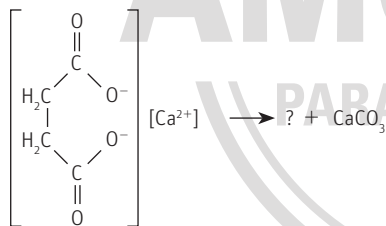
11. Um frasco de laboratório contém um líquido incolor que pode ser propan-1-ol, propan-2-ol ou metilpropan-2-ol. Para identificar a substância presente no frasco, o químico resolve submeter uma alíquota do líquido do frasco a uma reação com solução ácida de dicromato de potássio e analisar o produto formado. Com esse teste é possível identificar qual substância constitui o líquido do frasco? Quais os produtos da oxidação de cada um dos alcoóis citados?

12. A composição do ar das grandes cidades brasileiras contém um teor de etanal (aldeído acético) maior do que a média de cidades europeias ou estadunidenses. Isso se deve, segundo alguns especialistas em meio ambiente, ao uso de etanol como combustível de veículos automotivos e aditivo da gasolina.

Por que os veículos no Brasil movidos a etanol e/ou gasolina liberam etanal para o meio ambiente? Justifique sua resposta.

13. O método de Piria permite a obtenção de uma cetona cíclica e de carbonato de cálcio a partir do succinato de cálcio.

a) Com base na equação incompleta de decomposição do succinato de cálcio, representada abaixo, dê o nome e a fórmula estrutural da cetona produzida.



b) Escreva a fórmula estrutural do sal orgânico que pode ser utilizado como reagente para obter a ciclopentanona.

14. O etanal é um dos produtos metabolizados no organismo quando há a ingestão de bebidas alcoólicas. A sua produção ocorre no fígado pela enzima álcool-desidrogenase. Quando esse aldeído se acumula na corrente sanguínea, há a ocorrência de diversos efeitos colaterais, como tontura, náusea, cefaleia, entre outros.

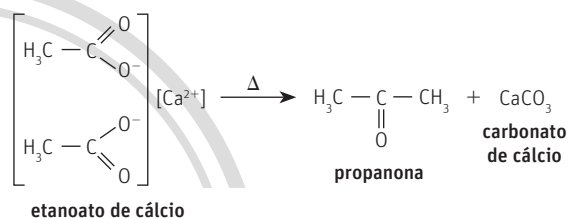
- Escreva a equação de formação desse aldeído a partir do álcool existente nas bebidas alcoólicas.
- Como é conhecida a reação descrita no item anterior?
- O etanal na corrente sanguínea é metabolizado pela ação da enzima aldeído-desidrogenase, que o transforma em íon acetato. Escreva a equação que representa a reação descrita.

15. Para perfazer um percurso de 500 km, um automóvel consome 40 L de etanol. Durante o consumo desse

combustível, 0,5% em volume é transformado no correspondente aldeído. Considere que o combustível é formado somente pela substância etanol e que a sua densidade é 0,8 g/mL.

- Equacione a reação de queima completa do etanol.
- Equacione a oxidação do etanol com formação do correspondente aldeído.
- Qual o nome do aldeído formado?
- Qual a média de consumo de combustível do veículo por quilômetro rodado?
- Qual a massa de etanal formado?

16. As cetonas podem ser formadas pela decomposição térmica dos sais orgânicos de cálcio. A reação equacionada a seguir é um dos métodos utilizados para obter propanona (acetona).



- Qual é o produto da decomposição térmica do butanoato de cálcio?
- Qual é a massa de propanona obtida pela decomposição de 2 760 g de etanoato de cálcio? (Admitir que o processo tem rendimento de 100%.)

Dados: massas molares:

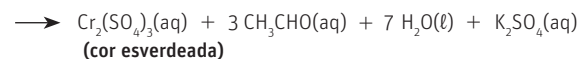
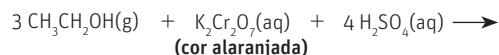
etanoato de cálcio = 276 g · mol⁻¹

propanona = 58 g · mol⁻¹

- Qual é o volume ocupado pela acetona obtida pelo processo descrito no item anterior?

Dado: densidade da acetona a 20 °C = 0,8 g · cm⁻³

17. Pode-se representar a oxidação do etanol em meio contendo dicromato de potássio acidificado pela equação:



- A que função pertence a substância orgânica formada nessa reação? Qual é o seu nome?
- Qual é a variação do número de oxidação do carbono envolvido na oxirredução?

18. Em um laboratório químico foi feita a reação entre butanona e brometo de etilmagnésio. O produto dessa reação foi, em seguida, submetido a hidrólise.

- Equacione as reações envolvidas.
- Qual o nome do álcool formado?

Obtenção e reações de ácidos carboxílicos

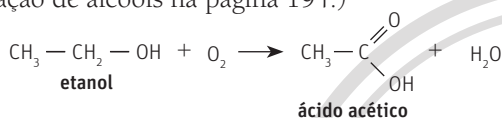
Os ácidos nos alimentos

O vinagre, o chucrute, o iogurte e a coalhada são exemplos de alimentos ácidos consumidos há muitos séculos por diversas sociedades.



Iogurte (A) e chucrute (B) são alimentos obtidos após o azedamento do leite e do repolho, respectivamente. Produtos artesanais.

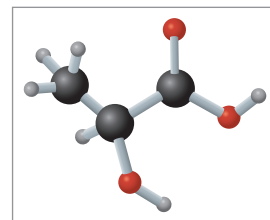
A origem da palavra vinagre (vinho azedo) esclarece o seu processo de obtenção. O vinho, quando reage com o oxigênio atmosférico, azeda devido à oxidação do álcool etílico, gerando ácido acético. (Ver reações de oxidação de alcoóis na página 194.)



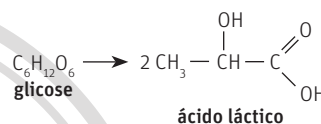
Essa reação ocorre por ação de microrganismos, as bactérias dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter*. Essas bactérias necessitam de gás oxigênio para a realização da fermentação acética, por isso proliferam-se na superfície dos vinhos, formando uma camada gelatinosa conhecida como “mão do vinagre”. Para evitar o azedamento dos vinhos, os produtores dessa bebida desenvolveram métodos para a completa vedação das garrafas, sendo a utilização da rolha um dos métodos mais eficientes ainda nos dias de hoje.

Os vinagres comerciais apresentam, geralmente, teor de acidez entre 4% e 6%.

Os iogurtes e as coalhadas são obtidos pelo processo de fermentação do leite, em que o carboidrato nele presente – a lactose – gera, por hidrólise enzimática, entre outras coisas, a glicose. Esta, por sua vez, sofre um processo de fermentação no qual microrganismos anaeróbicos obtêm energia por meio de sua transformação em ácido láctico. O microrganismo responsável pela fermentação da glicose é o *Streptococcus lactis*.



Representação tridimensional, em cores-fantasia, da estrutura do ácido láctico (ácido-2-hidroxipropanoico).



O chucrute é um prato típico alemão servido como acompanhamento de salsichas e carnes de porco. Trata-se do repolho fermentado cortado em tiras, mostrado na imagem B no início desta página. O repolho é deixado para fermentar imerso em água com sal. Os microrganismos presentes produzem, principalmente, os ácidos acético e láctico, além de pequenas quantidades de cetonas que dão o aroma e o sabor característicos desse prato.

SAIBA MAIS

Aditivos alimentares

Há séculos, o ser humano faz uso de aditivos alimentares: sal para preservar carnes; ervas e temperos para melhorar o sabor; vinagre para conservar pepinos e outros vegetais.

Um aditivo alimentar é qualquer substância adicionada a um alimento visando melhorar suas características.

Atualmente, existe uma vasta gama de aditivos alimentares. Há regulamentações federais que controlam a quantidade de aditivos usada por produto. Entre os aditivos, podemos citar os ácidos carboxílicos, amplamente utilizados como agentes processantes (agentes adicionados durante o processo de fabricação) e conservantes.

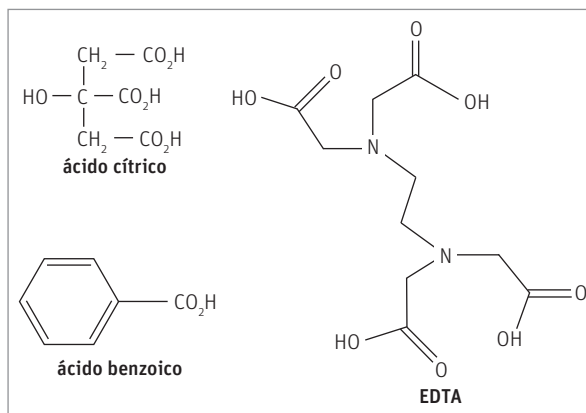
Como agentes processantes, os ácidos carboxílicos são utilizados para controlar a alcalinidade do meio, atuando tanto como tampões quanto como agentes neutralizantes.

Como conservantes, podem atuar como agentes quelantes, antimicrobiais ou antioxidantes.

Os agentes quelantes (ou sequestradores) protegem os produtos de reações enzimáticas, responsáveis pela deterioração do alimento. Essas substâncias se ligam a íons como Ca^{2+} e Mg^{2+} (sequestram tais íons),

requeridos como cofatores para a atividade enzimática. Um dos compostos mais utilizados para esse fim é o EDTA – ácido etilendiaminotetracético.

Agentes antioxidantes, como ácido cítrico, previnem a oxidação dos alimentos. Já os antimicrobiais, como os ácidos acético e benzoico, impedem o crescimento de microrganismos como bactérias e fungos.

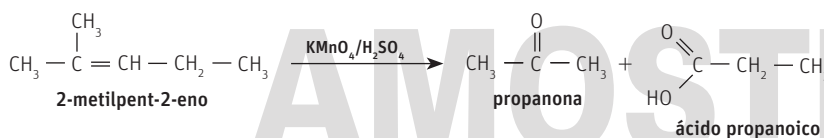
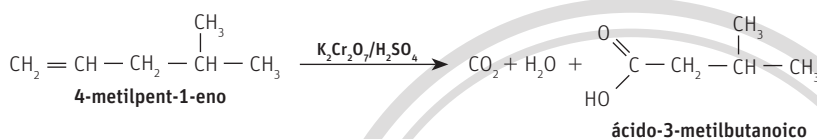
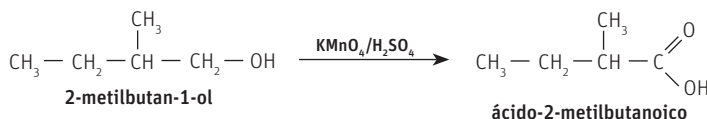


Métodos de obtenção de ácidos carboxílicos

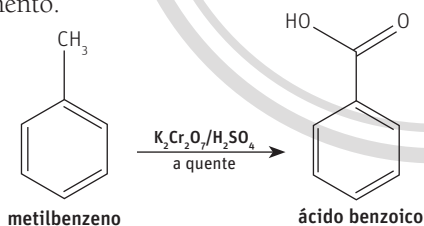
As principais formas de obtenção de ácidos carboxílicos são: oxidação com permanganato ou dicromato em meio ácido e hidrólise de ésteres.

Oxidação com KMnO_4 ou $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ em meio ácido

Um método bastante empregado para a obtenção de ácidos carboxílicos é a oxidação de alcoóis, aldeídos, alcenos, alcinos e outros compostos com permanganato de potássio (KMnO_4) ou dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em meio de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Essas reações já foram estudadas neste volume. Veja alguns exemplos.

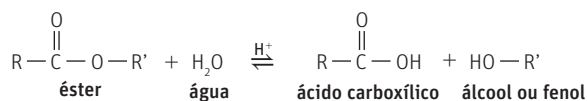


No caso da oxidação de alquilbenzenos, ocorre a formação do respectivo ácido benzoico. Observe a equação a seguir, que representa a reação de oxidação do metilbenzeno com dicromato de potássio em meio de ácido sulfúrico e sob aquecimento.



Hidrólise de ésteres

Outro método empregado para obter ácidos carboxílicos é a hidrólise, reação estudada no capítulo 4 deste volume. Nessa transformação, que pode ser catalisada por ácidos ou bases, ocorre a formação de ácido carboxílico e álcool ou fenol.



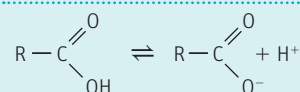
Lembre-se de que essa reação é reversível, ou seja, as quatro espécies envolvidas (éster, água, ácido carboxílico e álcool ou fenol) estabelecem um equilíbrio químico.

As reações de hidrólise de ésteres que ocorrem em organismos vivos (animais e plantas) produzem os ácidos graxos, assunto que será aprofundado na página seguinte.

Você se lembra?

Constante de dissociação de ácidos

Quando, em solução aquosa, os ácidos sofrem o processo de dissociação, cuja equação genérica – no caso dos ácidos carboxílicos – é:



a constante de dissociação K_a dada pela equação

$$K_a = \frac{[\text{RCO}_2^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{RCO}_2\text{H}]}$$

traduz a força do ácido, expressando a extensão do processo.

Constante de dissociação de ácidos carboxílicos a 25 °C

Ácido	K_a (25 °C)
CO_2H (fórmico)	$1,78 \times 10^{-4}$
$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ (acético)	$1,78 \times 10^{-5}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ (propanoico)	$1,35 \times 10^{-5}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ (butanoico)	$1,52 \times 10^{-5}$
$\text{ClCH}_2\text{CO}_2\text{H}$ (monocloroacético)	$1,35 \times 10^{-3}$
$\text{Cl}_2\text{CHCO}_2\text{H}$ (dicloroacético)	$5,53 \times 10^{-2}$

Os valores de K_a indicam que o ácido fórmico é cerca de 10 vezes mais forte que os ácidos acético, propanoico e butanoico.

Os ácidos monocloroacético e dicloroacético são, respectivamente, cerca de 100 e 3 000 vezes mais fortes que o ácido acético. Observe que tais ácidos resultam da substituição de átomos de hidrogênio por átomos de cloro, mais eletronegativos.

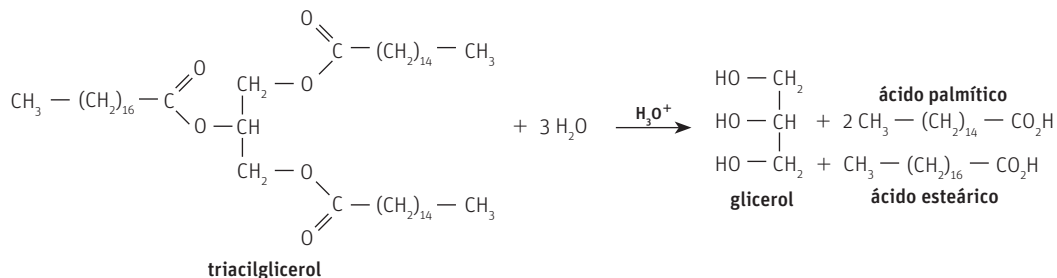
Tal substituição estabiliza o ânion carboxilato, pois os átomos eletronegativos, como cloro, favorecem a dispersão da carga do ânion.

Ácidos graxos

Ácidos carboxílicos de cadeia longa, em geral com 12 ou mais átomos de carbono, são chamados de **ácidos graxos**. Os ácidos graxos são pouco solúveis em água devido à sua longa cadeia hidrofóbica, formada apenas por átomos de carbono e hidrogênio.

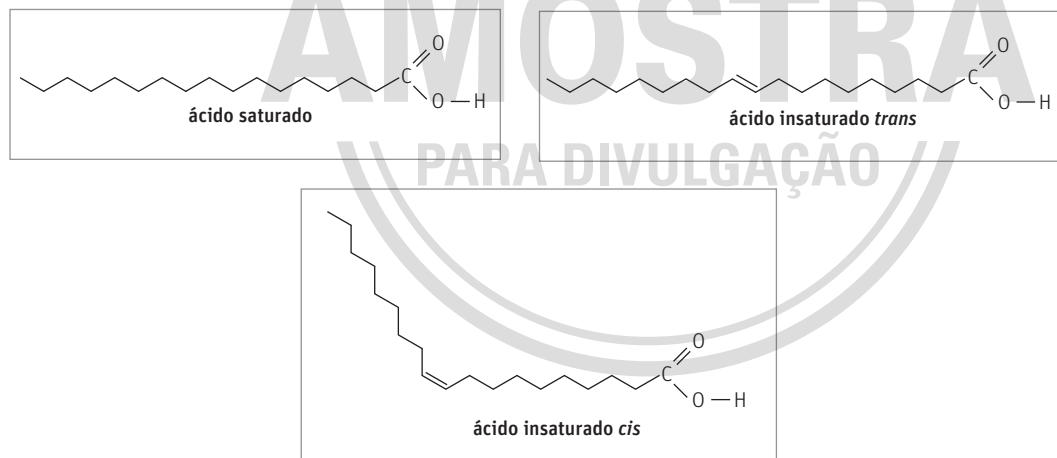
Os ácidos graxos desempenham uma série de papéis importantes no metabolismo dos seres vivos. Eles provêm de óleos vegetais e de gorduras de origem animal.

Os triacilgliceróis sofrem hidrólise em meio ácido, sendo essa a principal fonte de ácidos graxos. Observe um exemplo.



Cada molécula de triacilglicerol pode, por hidrólise, produzir até três ácidos graxos distintos. Esses ácidos nos seres vivos sempre apresentam número par de átomos de carbono, e suas cadeias podem ser saturadas ou insaturadas.

Os ácidos graxos são classificados em saturados, monoinsaturados (apenas uma insaturação na cadeia carbônica) e poli-insaturados (duas ou mais insaturações na cadeia carbônica). Nos seres vivos, as cadeias insaturadas predominantes apresentam conformação *cis*, sendo pouco comum a presença de ácidos graxos de conformação *trans*.



SAIBA MAIS

Teor de ácidos graxos nos alimentos

É bastante comum encontrar nas embalagens de óleos e gorduras o teor (*m/V*) de ácidos graxos. Assim, no rótulo de certa marca de óleo de oliva, por exemplo, lê-se: 10% de ácido palmítico ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{H}$), 85% de ácido oleico ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CO}_2\text{H}$) e 5% de ácido linoleico ($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{H}$).

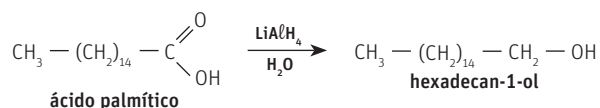
Isso pode sugerir que ao comer uma salada temperada com óleo de oliva, por exemplo, o indivíduo esteja ingerindo 10 g de ácido palmítico em 100 mL de óleo, 85 g de ácido oleico em 100 mL de óleo e 5 g de ácido linoleico em 100 mL de óleo. Na verdade, nada disso ocorre. Se assim fosse, o óleo de oliva teria acidez consideravelmente alta, o que é desmentido pelas informações nutricionais a respeito desse alimento.

O óleo de oliva contém ésteres de ácidos graxos com glicerol (propano-1,2,3-triol). Ao hidrolisar o óleo de oliva, os ésteres presentes formam os ácidos citados na proporção (*m/V*) que o rótulo indica: 10% de ácido palmítico, 85% de ácido oleico e 5% de ácido linoleico.

Reações de ácidos carboxílicos

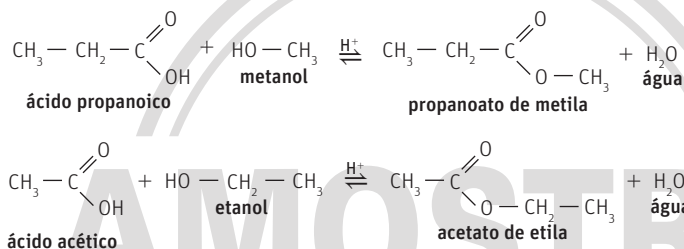
Redução de ácidos a alcoóis

Em geral, alcoóis de cadeia curta são fáceis de ser obtidos, e, por meio de sua oxidação, são produzidos os respectivos ácidos carboxílicos. Os ácidos de cadeia longa (ácidos graxos), por sua vez, são abundantes na natureza, pois são metabolizados pelos seres vivos para a formação da gordura, como você viu nas páginas anteriores. A partir desses ácidos, é possível obter os correspondentes alcoóis pela ação de um agente redutor adequado. O redutor mais comumente empregado em Química Orgânica é o hidreto de lítio e alumínio (LiAlH_4), mas é possível representar o redutor de forma genérica utilizando o símbolo $[\text{H}]$.



Formação de ésteres: esterificação

Os ésteres são geralmente obtidos a partir da reação de condensação entre um ácido carboxílico e um álcool, ocorrendo eliminação de água. Essa reação é catalisada por ácidos fortes, como o ácido sulfúrico ou o ácido clorídrico. As espécies envolvidas coexistem em equilíbrio dinâmico.



Formação de sais orgânicos: salificação

Os ácidos carboxílicos reagem com bases produzindo sais orgânicos.

Veja, a seguir, a formação do propanoato de potássio a partir de ácido propanoico e hidróxido de potássio.



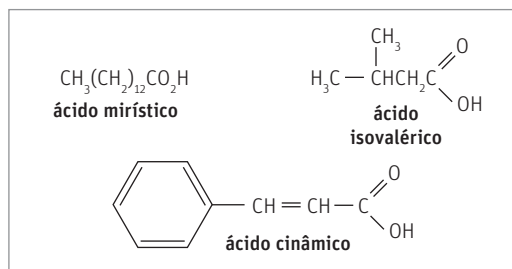
SAIBA MAIS

Propriedades organolépticas dos ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos têm propriedades organolépticas importantes. [...] Os ácidos fórmico (metanoico) e acético (etanoico) têm cheiro intenso, irritante e paladar azedo.

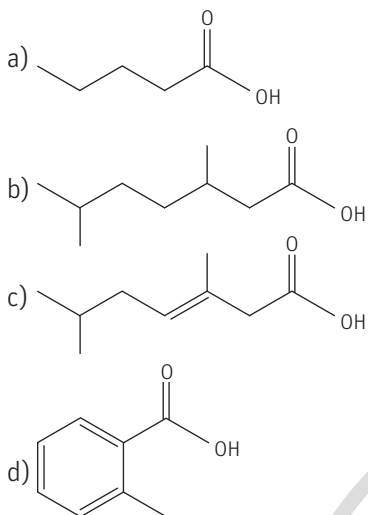
Os ácidos de quatro a oito átomos de carbono têm odores desagradáveis. Neste aspecto, os ácidos caproico (hexanoico), caprílico (octanoico) e cáprico (decanoico) são os responsáveis pelo odor pouco social das cabras. Entretanto, em pequenas concentrações, os ácidos carboxílicos são responsáveis por muitas fragrâncias. Os ácidos benzoico, cinâmico (3-fenilprop-2-enoico), mirístico (tetradecanoico) e isovalérico (3-metilbutanoico) estão presentes em óleos essenciais [...].

A grande sensibilidade olfativa dos cães resulta da capacidade em reconhecer os odores de ácidos carboxílicos. Um cão pode diferenciar uma pessoa da outra porque detecta a composição aproximada da mistura de ácidos carboxílicos de baixa massa molar, produtos do metabolismo humano que estão presentes em quantidades muito pequenas na pele. Visto que o metabolismo de cada pessoa é um pouco diferente, a composição desses ácidos na pele é, conseqüentemente, diferente.



FIORUCCI, A. R. et al. Ácidos orgânicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 15, maio 2002. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc15/v15a02.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

19. Dê os nomes oficiais e as fórmulas estruturais dos reagentes que podem ser utilizados para obter, pelo método de oxidação, os ácidos carboxílicos cujas fórmulas estão representadas a seguir.

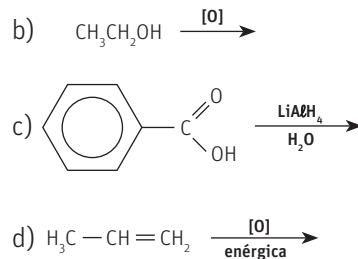
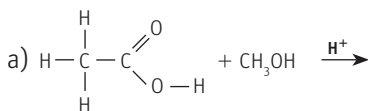


20. Represente a fórmula estrutural dos ésteres que podem ser obtidos a partir da reação catalisada por ácido dos seguintes ácidos carboxílicos com propan-2-ol:
- ácido etanoico (acético);
 - ácido metanoico (fórmico);
 - ácido 2-hidroxietanoico (glicólico);
 - ácido 5-metil-hex-4-enoico.

21. A região das axilas no corpo humano é quente e úmida, o que favorece a proliferação de microrganismos que liberam, como produtos do metabolismo, substâncias de odores desagradáveis, entre elas os ácidos carboxílicos. Uma das substâncias responsáveis pelo odor desagradável do suor é o ácido 3-metil-hex-2-enoico.

- Represente a fórmula estrutural do ácido carboxílico citado no texto.
- Algumas formulações de talcos e desodorantes utilizam em sua composição bicarbonato de sódio (NaHCO_3) para combater odores da transpiração. Sabendo que os sais de sódio de ácidos carboxílicos são praticamente inodoros e menos voláteis que os ácidos correspondentes, explique a utilização dessa substância na composição de talcos e desodorantes.

22. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos formados nas reações a seguir.



23. Três frascos não rotulados contêm os seguintes alcoóis: propan-1-ol, propan-2-ol e 2-metil-propan-2-ol. Para rotulá-los corretamente, um técnico de laboratório efetuou a oxidação enérgica do material contido em cada um dos frascos, aquecendo uma amostra de cada líquido com solução aquosa de permanganato de potássio em meio ácido. Finalizado o experimento, o técnico registrou em seu caderno as seguintes informações:

Frasco 1: não reage.

Frasco 2: há formação de ácido carboxílico.

Frasco 3: há formação de cetona.

Qual o conteúdo de cada frasco? Justifique.

24. Os ácidos graxos são representados pela fórmula geral RCOOH , sendo a cadeia carbônica R saturada ou insaturada. Com relação aos ácidos graxos, é incorreto afirmar que:

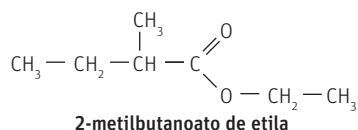
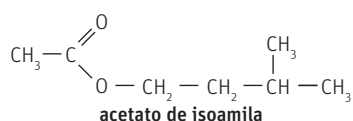
- apresentam cadeias carbônicas, em geral, longas, contendo 12 ou mais átomos de carbono.
- ácidos graxos saturados apresentam ligações simples entre átomos de carbono da cadeia.
- ácidos graxos poli-insaturados apresentam duas ou mais ligações duplas na cadeia carbônica.
- ácidos graxos saturados são, em geral, líquidos, e insaturados, sólidos.
- não ocorrem nas células ou tecidos na forma livre.

25. O ácido cítrico é um dos principais ácidos orgânicos utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica, entre outras. Isso se deve às propriedades particulares do ácido cítrico, como atoxicidade, palatabilidade (agradável ao paladar) e tamponamento. Os compostos derivados desse ácido também são amplamente utilizados. O citrato trissódico e o citrato tripotássico, por exemplo, são empregados na Medicina para evitar a coagulação do sangue; já o citrato de cálcio é utilizado como conservante de alimentos. O citrato de trietila é um agente plastificante atóxico empregado em embalagens plásticas de alimentos. A partir do ácido cítrico, representado na página 735, proponha reações que produzam os derivados desse ácido citados nesse exercício.

Obtenção e reações de ésteres

Os aromas de flores e frutas resultam da percepção de um conjunto de substâncias voláteis que atingem o nosso sistema olfativo. Elas interagem com as células olfativas, as quais enviam impulsos que são traduzidos pelo cérebro. Dessa maneira são identificados os odores dos materiais que nos cercam.

Os ésteres com cadeia de até, aproximadamente, dez átomos de carbono são voláteis, e são eles que conferem aroma a muitas frutas. O aroma da maçã madura, por exemplo, é resultado da ação de numerosas substâncias já identificadas, entre elas ácidos carboxílicos, ésteres e alcoóis. Dois dos principais ésteres presentes nessa composição são o acetato de isoamila e o 2-metilbutanoato de etila.



A indústria de alimentos não consegue obter em laboratório a mesma mistura de substâncias que caracteriza o aroma de maçã. O processo exige investimentos em pesquisas e é economicamente inviável. Para aromatizar gomas de mascar, balas e iogurtes, é utilizado um éster que imita o aroma de maçã, o acetato de etila, identificado nos rótulos como aromatizante artificial. Claro que não convence a todos os paladares.

Obtenção de ésteres

O principal método de obtenção de tais compostos é a reação entre um ácido carboxílico e um álcool, com eliminação de água. O processo é catalisado pelo ácido sulfúrico.

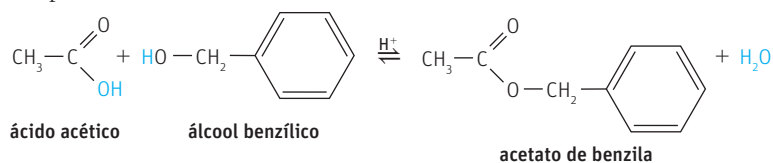


Na esterificação, o oxigênio que forma a água provém do ácido carboxílico. Essa observação possibilitou o entendimento do mecanismo da reação e do seu comportamento cinético.

A formação do éster encontra-se em equilíbrio com o processo de hidrólise. A variação da temperatura pouco influencia o aumento do rendimento da reação, pois a esterificação é um processo levemente exotérmico. Em geral, para o favorecimento da formação do éster, utiliza-se um dos reagentes como solvente da reação (grande excesso) e retira-se a água formada. A escolha do solvente depende do preço e da disponibilidade dos reagentes.

Entre os flavorizantes artificiais obtidos em escala industrial por meio do processo de esterificação estão o acetato de pentila (aroma de banana), o acetato de isobutila (aroma de morango) e o acetato de octila (aroma de laranja). Vale destacar que todos eles derivam do ácido acético, de odor pungente e irritante, como o do vinagre.

O acetato de benzila é um éster facilmente obtido em laboratório e é o principal componente do óleo essencial de jasmim. Por causa de sua síntese, que é barata e acessível, esse odor é bastante utilizado em produtos de limpeza.



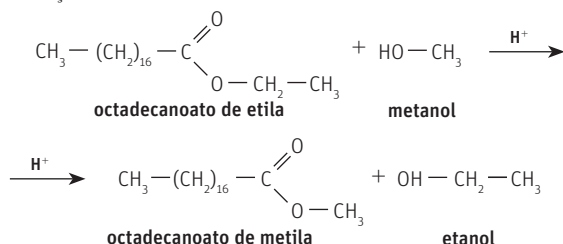
Margo Harrison/Shutterstock.com/IDBR

Os aromas das frutas são formados por uma mistura de substâncias químicas, como ésteres, ácidos carboxílicos, cetonas, aldeídos, alcoóis e hidrocarbonetos (terpenos) em quantidades mínimas, que não alteram significativamente o valor nutricional do alimento. No caso do aroma de maçã, há mais de 130 substâncias químicas voláteis na sua composição.

Transesterificação

A transesterificação é um processo de obtenção de um éster a partir de outro éster. Por esse método, obtém-se um novo éster em apenas uma etapa, sem a necessidade de isolar o ácido carboxílico produzido a partir de uma hidrólise e, em seguida, proceder à esterificação, utilizando o álcool adequado.

A reação é catalisada na presença de ácidos ou bases fortes. Como também se trata de um equilíbrio, o álcool é empregado como solvente, favorecendo a formação do novo éster.

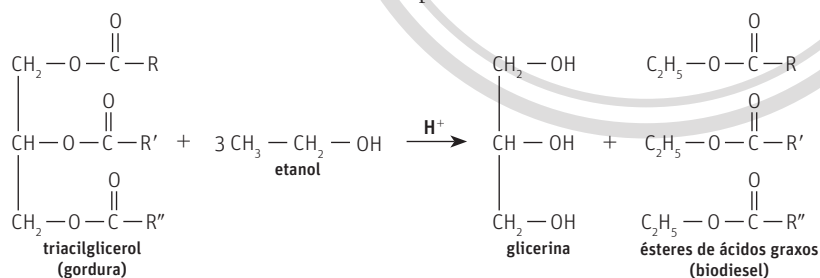


A transesterificação é o principal método de transformação de óleos e gorduras – triacilgliceróis – em um combustível compatível com o *diesel*, o biodiesel.

Como foi visto neste capítulo, os triacilgliceróis são os principais componentes das gorduras. Consistem em triésteres obtidos a partir da condensação de três ácidos graxos com uma molécula de glicerina.

Em condições apropriadas, é possível obter, a partir de óleos vegetais, ésteres de ácidos graxos com características físico-químicas semelhantes às do *diesel* derivado do petróleo, com a vantagem de serem biodegradáveis, não corrosivos e menos poluentes (em razão de serem isentos de enxofre) do que o combustível usual. Atualmente, no Brasil e em muitos outros países, o *diesel* comercializado contém um pequeno teor de biodiesel.

Tradicionalmente, a transesterificação de gorduras é realizada com metanol. Entretanto, o programa nacional do biodiesel propõe o etanol, derivado da cana-de-açúcar, como o álcool a ser empregado na produção do combustível. O biodiesel obtido da reação de óleos vegetais com etanol já é viável economicamente e tem sido produzido no Brasil.



Além do biodiesel, a reação produz glicerina, produto de alto valor agregado, que, depois de isolado e purificado, é vendido para as indústrias de cosméticos e de produtos de limpeza.

Existem no Brasil diversas usinas de processamento do biodiesel (usam-se, para tanto, os óleos de soja, de dendê, de palma) que também reaproveitam resíduos domésticos e industriais de óleo utilizado em fritura.

O biodiesel também pode ser obtido da esterificação de ácidos graxos. A vantagem desse método é o aproveitamento de resíduos resultantes do refino de óleos vegetais.



Nereu Jr/Fotoarena

Ônibus híbrido, movido a biodiesel e eletricidade. Curitiba, PR. Foto de 2015.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Desenvolvimento e utilização do biodiesel

No fim do século XIX, Rudolph Diesel (1858 - 1913), inventor do motor *diesel*, utilizou em seus ensaios petróleo cru e óleo de amendoim. Ele acreditava que esse motor poderia ser alimentado com óleos ou gorduras e contribuir para o desenvolvimento da agricultura nos países que o utilizassem. No entanto, devido ao baixo custo e à alta disponibilidade do petróleo na época, este passou a ser o combustível preferencial nesses motores [...].

As crises de petróleo incentivaram o desenvolvimento de processos de transformação de óleos e gorduras em derivados com propriedades físico-químicas mais próximas às dos combustíveis fósseis, visando à substituição total ou parcial destes.

De fato, o desabastecimento de petróleo no mercado mundial durante a Segunda Guerra Mundial fez com que pesquisadores de diversos países procurassem por alternativas, surgindo, na Bélgica, a ideia de transesterificar óleos vegetais com etanol para produzir um biocombustível, conhecido hoje como biodiesel [...].

Com o final da Segunda Guerra Mundial e a normalização do mercado mundial de petróleo, o biodiesel e o bio-óleo foram temporariamente abandonados.

Hoje, em países como Brasil, França, Alemanha, Áustria e Estados Unidos, a produção e o uso comercial do biodiesel são uma realidade.

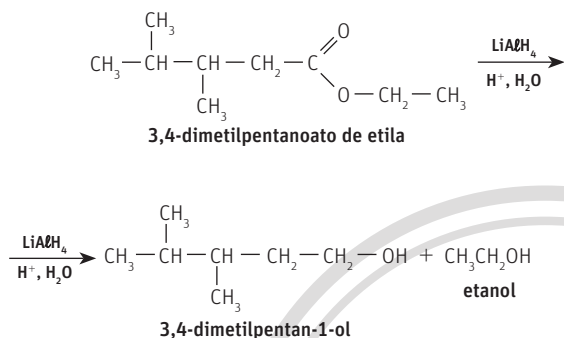
OLIVEIRA, F. C. C. et al. Biodiesel: possibilidades e desafios. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 28, p. 3-8, maio 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

Reações de ésteres

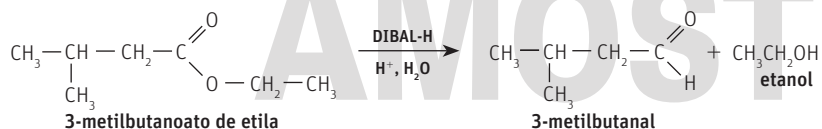
As principais reações de ésteres são apresentadas a seguir. Entre elas, a hidrólise básica de ésteres é a reação responsável pela produção caseira de sabão.

Redução de ésteres a alcoóis ou aldeídos

O emprego de redutores adequados, como o hidreto de lítio e alumínio (LiAlH_4), possibilita a obtenção de alcoóis mediante a redução dos respectivos ésteres. Trata-se de um procedimento interessante na síntese de derivados de ésteres extraídos de produtos naturais.



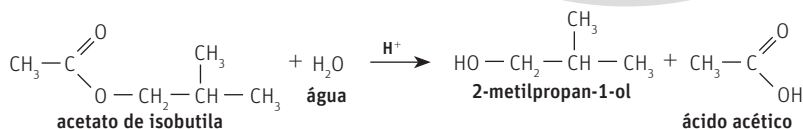
Em condições controladas, com agentes redutores mais fracos, pode-se limitar a redução à obtenção do respectivo aldeído.



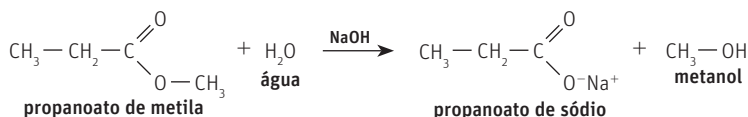
DIBAL-H é o hidreto de di-isobutila-alumínio, um agente redutor.

Hidrólise de ésteres

Neste capítulo foi abordada a hidrólise de ésteres em meio ácido produzindo ácidos carboxílicos. Por exemplo:



Entretanto, a hidrólise dos ésteres é mais eficiente se realizada na presença de bases fortes, o que modifica o mecanismo da reação e leva à formação do ânion carboxilato. Essa reação, em meio básico, é utilizada para produzir sabões.



Para a obtenção do respectivo ácido, isola-se o sal formado e, com a adição do ácido forte, recupera-se o ácido carboxílico, que é fraco. Essas condições evitam a reação inversa de formação do éster e permitem rendimentos próximos a 100%.

Você se lembra?

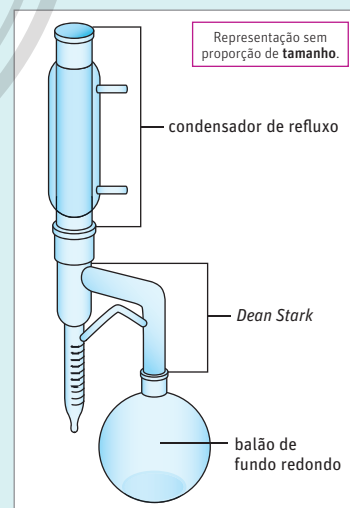
A esterificação e o equilíbrio químico

A reação de esterificação é, em geral, um equilíbrio químico que se estabelece com concentrações significativas de reagentes.

Na preparação industrial de ésteres, utilizados como flavorizantes, isso constitui um problema sério, pois reduz rendimentos e requer o desenvolvimento de processos de purificação do produto final, o que eleva o custo de produção. Além disso, os ácidos carboxílicos costumam conferir aos alimentos gosto e sabor desagradáveis.

Contudo, como se trata de equilíbrio químico, pode-se utilizar o princípio de Le Châtelier, com vistas a favorecer a formação de produtos.

Para tanto, o excesso de um dos reagentes – de preferência o álcool – pode ser utilizado, se isso for economicamente viável. Também é possível remover um dos produtos, o que, em laboratório, pode ser realizado com o uso de um equipamento denominado Dean Stark, esquematizado a seguir.



O Dean Stark é colocado entre o balão de fundo redondo e o condensador de refluxo. Durante o refluxo, o produto de maior densidade, em geral a água, ocupa a parte inferior esquerda do equipamento e pode ser removido com o auxílio de uma torneira.

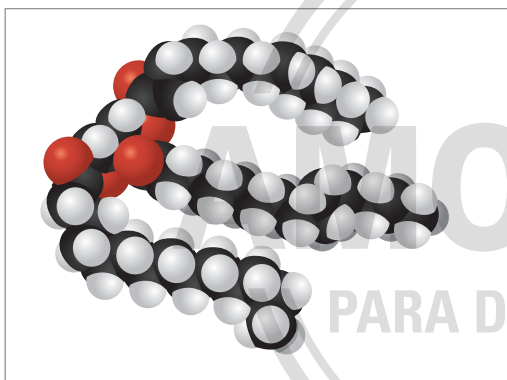
Propriedades e aplicações de ésteres naturais: gorduras e óleos

Macronutriente essencial, a gordura deve compor de 15% a 30% da nossa dieta, respeitadas as especificidades do metabolismo e o nível de atividade física de cada indivíduo.

Como foi visto anteriormente, as gorduras são misturas de triacilgliceróis, ésteres formados a partir da condensação entre uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos.

Atualmente, os alimentos apresentam rótulos em que o consumidor encontra informações referentes à quantidade de gordura saturada, de gordura monoinsaturada, de gordura poli-insaturada e de gordura *trans* contida em sua composição. O que cada uma dessas classificações significa? Resultantes da mistura de diversos componentes, as gorduras são classificadas de acordo com a composição dos ácidos graxos resultantes de sua análise.

Gorduras ricas em cadeias saturadas de ácidos graxos tendem a se solidificar em temperaturas mais baixas, devido ao seu arranjo espacial próximo ao linear. A manteiga, o sebo de porco, a capa de gordura da picanha, a gordura do coco e a manteiga de cacau são exemplos de alimentos com alto teor de gordura saturada e sólidos à temperatura ambiente.



Gorduras ricas em cadeias de ácidos graxos insaturados e poli-insaturados são líquidas à temperatura ambiente. Uma vez que a conformação *cis* predomina na insaturação dos ácidos graxos naturais, a disposição espacial dos respectivos triacilglicerídios dificulta a cristalização da mistura. As gorduras líquidas são denominadas óleos, como os óleos vegetais de soja, milho, oliva (azeite), girassol e os extraídos de peixes como a sardinha.

O quadro a seguir mostra a composição média de algumas gorduras de origem animal ou vegetal.

Exemplos de lipídios	Gordura saturada (%)	Gordura monoinsaturada (%)	Gordura poli-insaturada (%)
Gordura bovina	47	50	3
Manteiga de cacau	59	38	2
Óleo de sardinha	38	12	50
Gordura de coco	92	8	—
Óleo de milho	14	52	34
Azeite de oliva	9	85	6

SAIBA MAIS

Ácidos graxos e gorduras

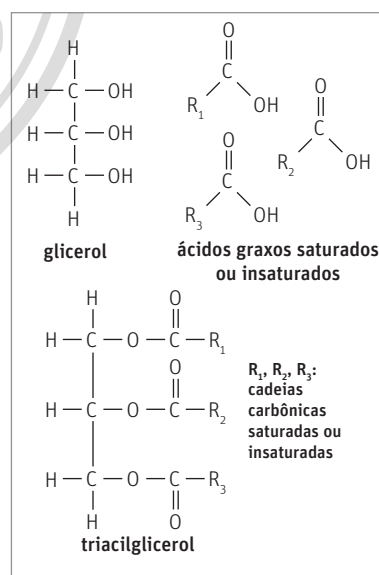
Os ácidos graxos não ocorrem de forma livre nas células ou tecidos. Eles estão ligados covalentemente a diferentes classes de lipídios.

Os lipídios são substâncias oleosas ou gordurosas e, juntamente com proteínas, ácidos nucleicos e carboidratos, são considerados constituintes essenciais das estruturas biológicas. Os lipídios não são caracterizados por um grupo funcional específico, mas pela baixa solubilidade em água e alta solubilidade em solventes orgânicos.

Os lipídios mais simples e abundantes que, por hidrólise, originam ácidos graxos são os óleos e as gorduras, conhecidos como triacilgliceróis.

É por isso que muitos textos que se referem a “gorduras” utilizam indistintamente o termo “ácidos graxos”, sem explicitar a diferença entre os termos.

Conhecidos como gorduras neutras, os triacilgliceróis são ésteres contendo três moléculas provenientes de ácidos graxos ligadas ao glicerol.



As estruturas provenientes de ácidos graxos presentes nas moléculas de gordura podem apresentar diferentes graus de insaturação: todos podem ser saturados ou insaturados, um deles pode ser insaturado e os demais saturados, e vice-versa.

Hidrogenação catalítica e gordura *trans*

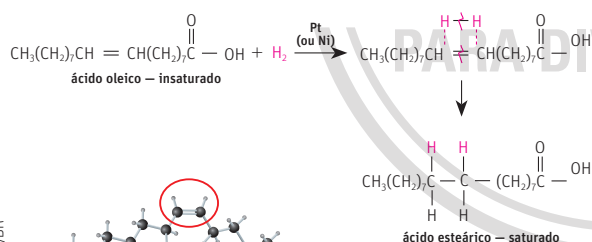
A consistência do alimento é um fator muito importante para a percepção de sabor durante a mastigação. Um dos segredos do bom chocolate, por exemplo, reside no fato de ele derreter na boca; já o do bom sorvete está em sua cremosidade. A presença da gordura e a proporção adequada entre gordura saturada e gordura insaturada são determinantes para o desenvolvimento da consistência do alimento industrializado.

Outro fator a ser considerado pela indústria alimentícia é o prazo de validade do produto: gorduras insaturadas são mais facilmente oxidadas, por isso geram produtos que podem alterar o aroma e o sabor do alimento.

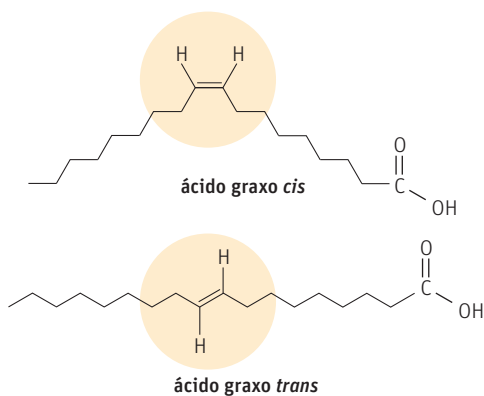
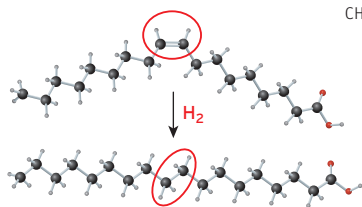
Com a industrialização dos alimentos, surgiu a necessidade de desenvolver um método barato e eficiente de adicionar gordura na preparação das receitas. Essa gordura deveria ser barata e de fácil obtenção, além de apresentar as características físico-químicas adequadas.

A solução encontrada foi a hidrogenação de óleos vegetais, como o do milho e o de soja, resultando na conhecida gordura vegetal hidrogenada. A reação com o hidrogênio gasoso (H₂) é realizada na presença de catalisador de níquel ou platina em temperaturas próximas a 100 °C. Nessas condições, ocorre a adição do hidrogênio à dupla-ligação.

Hidrogenação do ácido oleico



Ilustrações: AMJ Studio/ID/BR



Entretanto, uma gordura formada apenas por cadeias provenientes de ácidos graxos saturados apresentaria temperatura de fusão muito elevada e, por essa razão, seria inadequada para a consistência de sorvetes, recheios de bolachas, massa de bolos e biscoitos, entre outros. Assim, a opção mais comum é uma hidrogenação parcial, com a adição de hidrogênio em quantidade insuficiente para hidrogenar todas as insaturações existentes.

A ação do catalisador metálico na hidrogenação consiste em promover a interação entre as moléculas de gás hidrogênio e do triacilglicerol, enfraquecendo as ligações H—H e C=C. Com a hidrogenação parcial, observa-se a formação de isômeros *trans*, das cadeias insaturadas, substância incomum na natureza. A gordura vegetal hidrogenada obtida por esse método resulta em uma mistura de gordura saturada, insaturada *cis* e *trans*.

Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento no consumo de alimentos industrializados, fruto da menor disponibilidade de tempo para o preparo das refeições. Como consequência, a população vem consumindo mais gordura, o que está relacionado ao aumento de casos de obesidade e à maior incidência de doenças cardiovasculares.

Pesquisas científicas associaram a maior incidência de infartos do miocárdio e derrames em populações que ingerem maiores quantidades de gordura saturada e gordura *trans*. As organizações de saúde e de nutrição têm-se esforçado para alertar a população quanto ao malefício desse tipo de gordura. No Brasil, os rótulos dos alimentos devem especificar a quantidade de gordura saturada, insaturada e *trans* por porção do alimento. As empresas alimentícias, por sua vez, têm buscado alternativas para substituir as composições com alto índice de gordura *trans*, sem alterar as características do produto.

Informação nutricional de um bolo de coco

Porção de 60 g (fatia média)

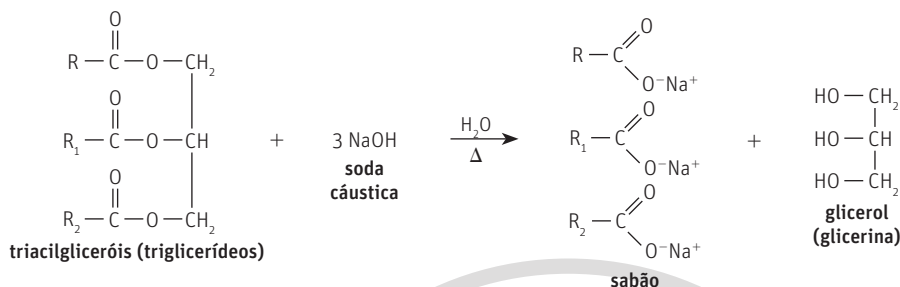
Quantidade por porção		% VD(*)
valor energético	156 kcal = 657 kJ	8%
carboidratos	23 g	8%
proteínas	2,3 g	3%
gorduras totais	6,1 g	11%
gorduras saturadas	2,1 g	10%
gorduras <i>trans</i>	0,9 g	não estabelecido
fibra	0,8 g	3%
sódio	110 mg	5%

* Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de sua necessidade energética.

Sabões

O sabão ainda é fabricado artesanalmente na zona rural mediante o aquecimento do sebo (gordura animal) com cinzas de fogueira. As cinzas contêm alto teor de carbonato de sódio e de potássio, que são substâncias que têm caráter alcalino. A reação que ocorre é a hidrólise alcalina dos triacilgliceróis, que resulta em uma substância eficiente para remover tecidos mortos e materiais gordurosos e que pode ser igualmente utilizada como agente de limpeza.

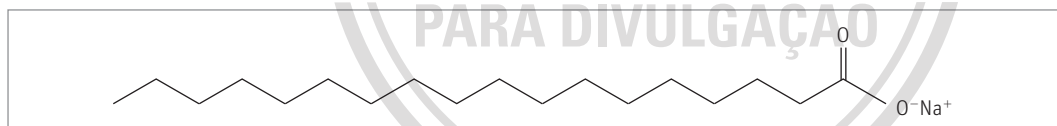
Industrialmente, o sabão é obtido a partir da hidrólise alcalina de uma gordura (em geral, de origem vegetal) com hidróxido de sódio ou de potássio.



Nesse processo, obtêm-se glicerina e sais de ácidos graxos, carboxilatos responsáveis pela ação de limpeza do sabão. Essa reação também é conhecida como saponificação. O outro produto obtido – a glicerina (ou glicerol) – é amplamente aplicado na elaboração de produtos cosméticos em razão de sua viscosidade e grande interação com a água. Muitos sabonetes contêm glicerina, que melhora a textura desse produto e ajuda a manter a umidade da pele.

Após a reação, a pasta obtida é neutralizada, e o sabão, depois de isolado, é prensado com aromatizantes, conservantes e corantes.

Os sais de ácidos graxos apresentam uma característica bastante interessante, pois possuem longa cadeia apolar (ou hidrofóbica), formada apenas por átomos de carbono e hidrogênio, e uma pequena região hidrofílica (de grande interação com a água). As substâncias com essas características (região hidrofóbica e hidrofílica) são denominadas anfífilas.



O estearato de sódio ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- \text{Na}^+$) é uma substância anfífila. A parte hidrofóbica formada apenas por átomos de C e H é chamada “cauda” e interage mais facilmente com solventes apolares; já a região hidrofílica, denominada “cabeça”, possui maior afinidade com solventes polares (como a água). Uma molécula anfífila típica apresenta uma cabeça polar e uma cauda apolar.

A ação de limpeza do sabão depende de sua interação com a água, ao formar uma mistura capaz de remover gorduras e outras substâncias insolúveis nesse meio.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

A origem da produção do sabão

Apesar de não se conhecer sua origem exata, existem evidências de que a produção do sabão é uma das reações químicas mais antigas de que se tem notícia.

Uma fábrica de sabão foi desenterrada por arqueólogos das ruínas de Pompeia, destruída pelo vulcão Vesúvio em 79 d.C. Há indícios de que os romanos o utilizavam principalmente misturado a aromatizantes para cabelos e cosméticos, ou adicionado a emplasmas para ferimentos e queimaduras.

Plínio, o Velho (Gaius Plinius Secundus, 23-79 d.C.), em sua obra *História natural*, descreve a preparação de

sabão a partir do cozimento de gordura de carneiro com cinzas de madeira.

Segundo esse historiador, os fenícios já conheciam essa técnica desde 600 a.C.

Contudo, foi somente a partir do século XIII que o sabão passou a ser produzido em escala industrial, inicialmente na Europa. No Brasil, as primeiras fábricas de sabão datam da segunda metade do século XIX.

Fontes de pesquisa disponíveis em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc02/quimsoc.pdf>>; <<http://www.aipan.org.br/biblio/horah-16-01-09.pdf>>. Acessos em: 18 abr. 2016.

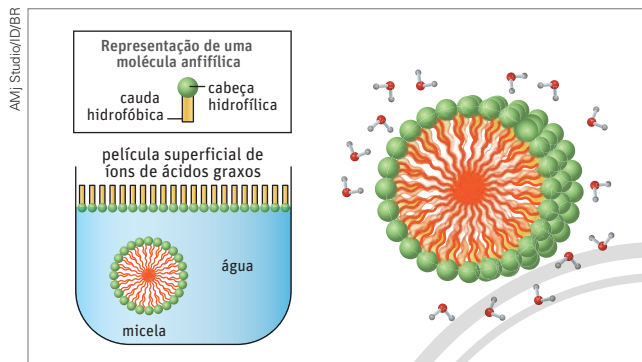


Eduardo Santalhestra/D/BR

À esquerda, sabão de gordura de coco e, à direita, sabão de óleo de palma.

Ação tensoativa de sabões e detergentes

Ao interagir com a água, os sais de ácidos graxos se dissociam, formando ânions que são hidratados pelas moléculas do solvente. A longa cadeia apolar, porém, apresenta fraca interação com a água, e o conjunto não é solúvel nesse meio. Por causa desse comportamento duplo diante da interação com o solvente, as moléculas anfifílicas organizam-se em meio aquoso de modo peculiar.



Representação do comportamento de moléculas anfifílicas em meio aquoso. Imagem em cores-fantasia e fora de escala.

Muitas moléculas localizam-se na superfície, com a parte hidrofílica (iônica) interagindo com a água, e a cauda hidrofóbica em contato com o ar, fora da solução. Essa disposição explica por que os sabões são **tensoativos** (ou surfactantes), ou seja, são capazes de modificar (reduzir)

a tensão superficial da água. A água com sabão tende a penetrar melhor nos tecidos e formar gotas menores.

Outras moléculas se organizam no interior da água em estruturas conhecidas como “micelas”, as quais apresentam formato esférico. As partes hidrofóbicas dessas espécies anfifílicas ficam para dentro, sem interagir com o solvente, enquanto as cabeças hidrofílicas se mantêm na superfície, interagindo com a água. As micelas são estruturas dinâmicas e, mesmo na situação de equilíbrio, formam-se e desorganizam-se continuamente.

Substâncias apolares, como as gorduras depositadas nos tecidos ou na pele humana, podem se solubilizar no interior das micelas. Estas formam emulsões coloidais com a água, mantendo a gordura dispersa. Basta esfregar o objeto a ser limpo com água e sabão para facilitar a interação do tensoativo com a gordura.

A ação do sabão depende da solubilidade do sal de ácido graxo em meio aquoso. A presença de cátions Mg^{2+} e Ca^{2+} na água (água dura) diminui sensivelmente a solubilidade do ânion. Nesse caso, o sabão precipita, e sua ação de limpeza é reduzida.

Durante o século XX, os detergentes foram desenvolvidos para substituir a gordura como matéria-prima dos tensoativos. Esses produtos também se caracterizam por possuir uma longa cadeia hidrofóbica e uma região pequena e hidrofílica. Os detergentes apresentam o mesmo comportamento em água que os sabões, mas sem o ânion carboxilato. São classificados como aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros.

Tipo de surfactante	Usos	Exemplo
Aniônico	xampus, detergentes líquidos	
Catiônico	condicionadores, amaciantes de roupas	
Não iônico	detergentes em pó	
Anfótero	xampus infantis, que não fazem arder os olhos	$CH_3(CH_2)_{11}N(CH_3)_2CH_2COO^-$

SAIBA MAIS

Sabões, detergentes e o meio ambiente

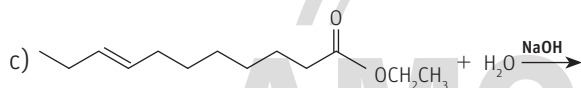
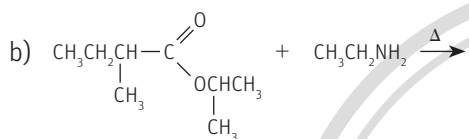
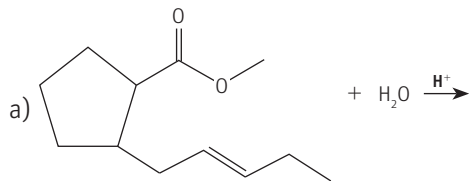
Os detergentes sintéticos não formam sais insolúveis com íons Ca^{2+} , Mg^{2+} ou Fe^{3+} , como acontece com os sabões comuns. Além disso, os detergentes biodegradáveis contêm cadeias carbônicas não ramificadas.

Os primeiros detergentes sintéticos continham propano, que originava produtos com cadeias ramificadas. Esses detergentes não eram consumidos por microrganismos aquáticos, o que contribuía para inviabilizar a vida de muitas espécies nesse bioma.

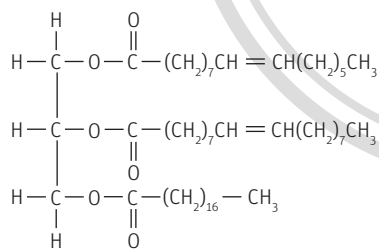
Outro problema ambiental do uso de sabões e detergentes diz respeito à presença de fosfatos nas formulações, com o objetivo de propiciar a acidez adequada para a ação do surfactante, remover íons Ca^{2+} e Mg^{2+} e evitar a reposição das partículas de sujeira removidas.

Os fosfatos tornam a água altamente nutritiva, promovendo o crescimento exagerado de certas algas e plantas aquáticas, as quais consomem o oxigênio da água, ameaçando a existência de outras espécies.

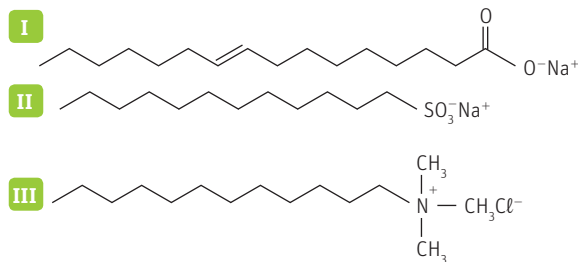
26. Escreva as fórmulas estruturais dos ésteres formados nas reações de esterificação a seguir:
- ácido metanoico (fórmico) + etanol;
 - ácido fórmico + butan-1-ol;
 - ácido benzoico + etanol;
 - ácido etanoico (acético) + metanol.
27. Represente as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos formados nas reações a seguir.



28. O biodiesel é constituído por uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos obtidos como resultado da reação de transesterificação de óleos vegetais, também denominados triacilgliceróis. Considere o triacilglicerol representado a seguir.



- Represente as fórmulas estruturais dos ésteres metílicos obtidos na reação desse triacilglicerol com o metanol.
 - Que outro produto é obtido nessa reação? Represente sua fórmula estrutural.
29. As estruturas representadas a seguir caracterizam, respectivamente:

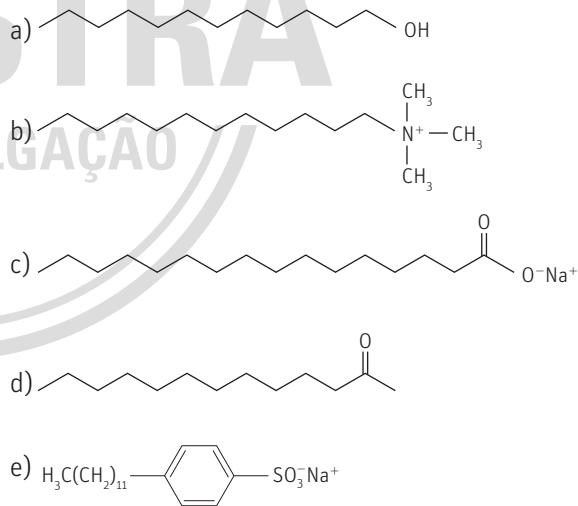


- Detergente aniônico, sabão, detergente catiônico.
- Sabão, detergente aniônico, detergente catiônico.
- Sabão, sabão, detergente catiônico.
- Detergente, sabão aniônico, sabão catiônico.
- Sabão, detergente catiônico, detergente aniônico.

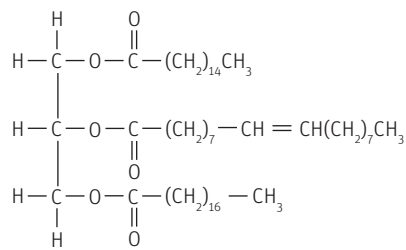
30. Um detergente é qualquer composto que pode ser utilizado como agente de limpeza. Embora o sabão seja um detergente, esse termo geralmente é usado para designar os substitutos sintéticos do sabão. O nome genérico para essa classe de compostos é “agentes tensoativos”. Assim, agente tensoativo é qualquer composto que reduz a tensão superficial da água, permitindo que óleos e gorduras possam ser emulsionados.

BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Xampus. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 2, p. 3, nov. 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/quimoc.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

Indique, entre as fórmulas representadas a seguir, aquelas cujas características estruturais permitem que elas atuem como agentes tensoativos.



31. Forneça as fórmulas estruturais dos principais componentes do sabão obtidos a partir da reação entre o triglicerídeo representado a seguir e o hidróxido de potássio, na proporção 1 : 3.



Atividade experimental

Estudo da fermentação

Objetivo

Estudar a reação utilizada em indústrias para obtenção de etanol.

Material

- 50 g de açúcar
- 3 colheres (de chá) limpas
- 6 copos de vidro
- proveta de 250 mL
- 50 g de farinha de trigo
- 30 g de fermento biológico
- recipiente contendo gelo

Equipamentos de segurança

Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.



Coletânea particular. Fotografia: Roger-Viollet/Globoimages

Cromolitogravura *Pasteur descobre a lei da fermentação*, século XX. Louis Pasteur estudou o processo de fermentação do vinho e da cerveja. Demonstrou que a fermentação envolve organismos vivos (leveduras) e não requer oxigênio. Descobriu que existem dois tipos de leveduras: uma produz álcool, e a outra, ácido lático, que azeda o vinho.

Procedimento

1. Prepare uma dispersão de fermento, colocando 30 g de fermento biológico e 120 mL de água em um copo. Misture bem até ficar uniforme.
2. Numere cinco copos de vidro e em cada um deles coloque 20 mL da dispersão de fermento preparada no procedimento 1.
3. No copo número 1, adicione 2 colheres (de chá) rasas de farinha de trigo, misture bem com a dispersão de fermento, até homogeneizar. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a solução e anote suas observações.
4. No copo 2, adicione 2 colheres (de chá) rasas de açúcar, misture bem com a dispersão de fermento, até homogeneizar. Depois de 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a dispersão e anote suas observações.
5. Nos copos 3 e 4 adicione, em cada um, 2 colheres (de chá) rasas de açúcar e 2 colheres (de chá) rasas de farinha de trigo; misture bem até ficar uniforme. Imediatamente após, coloque o copo número 4 no banho de gelo. Depois de 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a dispersão dos copos 3 e 4 e anote suas observações.
6. O copo 5 deverá conter apenas a dispersão de fermento. Após 15, 30 e 40 minutos agite suavemente a dispersão e anote suas observações.

Resíduos

Os descartes podem ser jogados no lixo comum.

Análise e discuta

1. Houve algum indício de que tenha ocorrido fermentação nos copos 1, 2, 3 e 4? Qual?
2. Qual é o produto orgânico da fermentação alcoólica?
3. Sabendo que a farinha de trigo e a sacarose são convertidas enzimaticamente em glicose, equacione a reação que ocorre nos copos 1, 2, 3 e 4.
4. Qual é a finalidade do fermento para a reação?
5. Qual é a função do banho de gelo no experimento com o copo 4?
6. Qual é a necessidade de preparar um copo apenas com a dispersão de fermento?
7. Cite algumas aplicações da fermentação na vida cotidiana.

A hidrogenação catalítica de compostos orgânicos

Nos primeiros anos do séc. XX, Paul Sabatier (1854-1941), um químico francês e professor na Universidade de Toulouse, desenvolveu, junto com seu assistente, um religioso chamado Jean Baptiste Senderens (1856-1937), um método de hidrogenação por catálise, que permitiu a produção sintética de diversas substâncias.

Entretanto, a produção científica francesa, centralizada em Paris, era pautada nas teorias termoquímicas, as quais compreendiam as transformações químicas em termos de trocas de calor. Outro fator complicador foi a adesão dos cientistas franceses ao movimento anticlericalista, que criticava a estrutura religiosa cristã. Embora tais características tenham diminuído as possibilidades de atuação deles na França, esse contexto os direcionou ao conhecimento científico produzido na Europa, não os restringindo ao que era produzido em Paris.

A independência e autonomia em relação à ciência francesa levaram Sabatier e Senderens a adotarem em seus estudos a classificação periódica dos elementos e a teoria atômica, quando ambas eram amplamente rejeitadas na sociedade científica francesa, o que representava uma ruptura com a doutrina defendida em Paris.

Os metais e o etileno

No início dos anos 1890, Sabatier e Senderens estavam estudando a reação entre dióxido de nitrogênio e óxidos metálicos de cobre, ferro, cobalto e níquel, com o intuito de formar novas substâncias. Essa reação era realizada à temperatura ambiente, sob um fluxo de gás hidrogênio e na presença de um gás insaturado. Como as primeiras tentativas não resultaram em novas substâncias, eles resolveram reproduzir os experimentos utilizando óxidos finamente divididos e os gases etileno e acetileno, mantendo a atmosfera de hidrogênio.

O resultado obtido nas novas condições foi a produção de hidrocarbonetos condensados, como benzeno e estireno, na presença de hidrogênio gasoso. Isso os fez repetir os experimentos, utilizando, agora, metais finamente divididos, sob temperaturas de 300° C, junto com etileno. Ao fim do processo eles notaram que o principal produto obtido foi o gás etano, um derivado de petróleo que se distingue do etileno por possuir uma maior proporção de hidrogênio em sua composição.

* Fonte de pesquisa: O método de hidrogenação directa por catalyse. Conferência feita em Stockolmo pelo prof. Paul Sabatier em 11 de dezembro de 1912 perante a Academia das Ciências da Suécia. Disponível em: <<http://www.spq.pt/magazines/RCPA/434/article/1000814/pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

Catálise e hidrogenação

A obtenção do etano poderia ser explicada pela hidrogenação do etileno. Assim, surgiram as primeiras interpretações de que o metal presente no experimento induziria essa transformação, pois era possível observar que o mesmo metal poderia ser utilizado inúmeras vezes, produzindo os mesmos resultados, e, também, que a reação não ocorria em sua ausência.

Desta maneira, eles concluíram que o metal atuava ao longo do processo como uma substância catalisadora, baseados na teoria catalítica do alemão Wilhelm Ostwald (1853-1932) e, dentre os metais testados, o níquel se destacou, como demonstram as palavras de Sabatier em uma conferência realizada em Estocolmo em 1912: “O níquel em pó, que é, como catalisador, o agente mais importante na reação, pode ser comparável em todos os sentidos a um fermento”.*

Logo, ao notar a potencialidade dos resultados obtidos, Sabatier e Senderens expandiram seus experimentos em busca da hidrogenação catalítica de diversos hidrocarbonetos insaturados, como o benzeno, que foi totalmente transformado em ciclo-hexano na presença de níquel e excesso de gás hidrogênio.

As vantagens do processo

Antes da descoberta da hidrogenação catalítica de compostos insaturados, existiam outras maneiras, não tão vantajosas, de promover a hidrogenação. Os processos não eram seguros e promoviam a ocorrência de reações concorrentes, como a isomerização do composto insaturado, diminuindo o rendimento da reação.

O método desenvolvido por Sabatier e Senderens mostrou-se seguro, barato e eficaz, não gerando subprodutos ou isomerização, e, portanto, apresentando um alto rendimento. Para garantir essas características, seriam necessários apenas uma pureza adequada do metal e o controle da temperatura ao longo da reação.

Os derivados de petróleo e as anilinas são produtos do método de hidrogenação catalítica e são amplamente utilizados como matérias-primas nas indústrias de base. Como reconhecimento da importância da descoberta desse método de hidrogenação catalítica eficaz, Paul Sabatier foi agraciado com prêmio Nobel em 1912.

ANÁLISE E DISCUTA

1. A religião e a localidade de atuação de um cientista podem influenciar sua pesquisa? Explique.
2. Como a independência e autonomia de Sabatier em relação à comunidade científica francesa contribuíram para a evolução de suas pesquisas?
3. Como o desenvolvimento do processo de hidrogenação catalítica contribuiu para a produção de diferentes materiais?

32. A partir do ácido acético, por esterificação, foram obtidos 19,6 g de acetato de metila. Pede-se:
- Determine a massa de ácido que reagiu.
 - Que álcool foi empregado na reação de esterificação?
 - Determine a quantidade de matéria, em mol, de álcool utilizado no processo.

33. Em um laboratório, um estudante realiza o seguinte procedimento:

- reação do ácido acético com hidreto de lítio e alumínio, LiAlH_4 , um agente redutor forte;
- reação do produto obtido na reação 1 com ácido fórmico em meio ácido;
- reação do produto obtido na reação 2 com água em meio básico;
- reação do ácido obtido com metanol em meio ácido.

O estudante escreveu as seguintes conclusões:

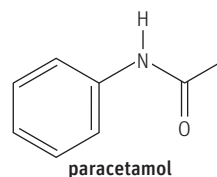
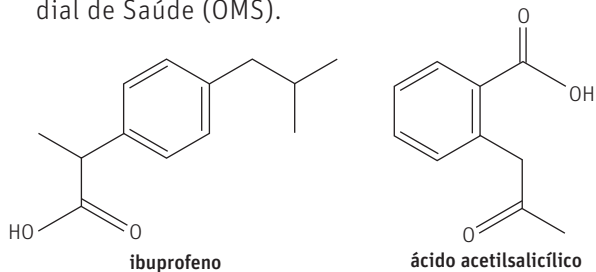
- O produto obtido na reação 4 é um isômero do ácido acético.
- O produto obtido na reação 4 possui maior solubilidade em água do que o ácido acético.
- O produto obtido na reação 4 possui menor massa molecular do que o produto obtido na reação 2.

Dessas conclusões são **verdadeiras**:

- I e II
- II e III
- I e III
- I, II e III
- Nenhuma das alternativas.

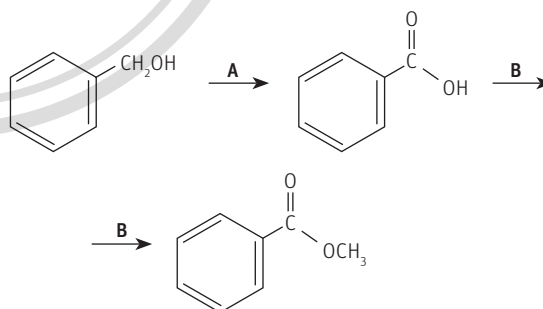
34. O ibuprofeno é um fármaco do grupo dos anti-inflamatórios não esteroides, os quais têm em comum a capacidade de combater a inflamação, a dor e a febre. Tal como os outros anti-inflamatórios não esteroides, ele atua inibindo a produção de prostaglandinas, substâncias químicas produzidas pelo corpo que causam inflamação e contribuem para a percepção de dor pelo cérebro. Reduz também a febre, ao bloquear a síntese de prostaglandinas no hipotálamo, uma estrutura do cérebro responsável pela regulação da temperatura corporal. O ibuprofeno apresenta ainda propriedades anticoagulantes. Assim como o ácido acetilsalicílico e o paracetamol, ele faz parte da

lista de fármacos essenciais da Organização Mundial de Saúde (OMS).



- Indique as principais funções químicas presentes nos três princípios ativos representados.
- Dê a fórmula molecular e a massa molar de cada um dos compostos.
- Escreva a equação que representa a esterificação do ibuprofeno com metanol.
- Determine a massa de metanol necessária para esterificar totalmente 1,03 kg de ibuprofeno.

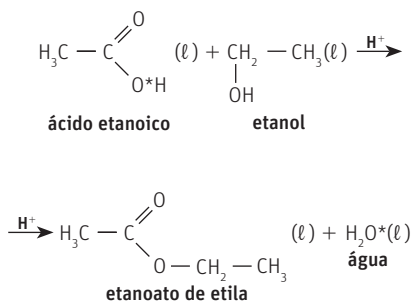
35. A sequência de etapas a seguir ilustra a síntese do benzoato de metila, a partir do álcool benzílico.



- Indique que reagentes podem ter sido utilizados nas etapas A e B.
 - Caso utilizássemos na síntese o tolueno em vez de álcool benzílico, seria possível preparar o éster com a mesma rota sintética? Justifique.
36. Além de compostos que contenham radicais hidroxila ($-\text{OH}$), ácidos carboxílicos podem reagir com moléculas que contenham grupos $-\text{SH}$ ou $-\text{NH}$, formando respectivamente tioésteres e amidas.
- Esquematize as reações do ácido acético com etanotiol ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{SH}$) e etilamina ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{NH}_2$).

- b) Dado que a constante de formação de um tioéster é inferior à sua constante de hidrólise, o que deve ser feito para que o equilíbrio seja deslocado no sentido da formação do tioéster?

37. Considere a seguinte reação:



O asterisco com que estão marcados alguns átomos de oxigênio (O*) indica tratar-se do isótopo 18 do oxigênio (radioativo). Nos produtos da reação, detecta-se, com equipamento apropriado, a presença de radioatividade na água, e não no éster.

Com base no exposto e em seus conhecimentos de Química, tente responder às questões seguintes.

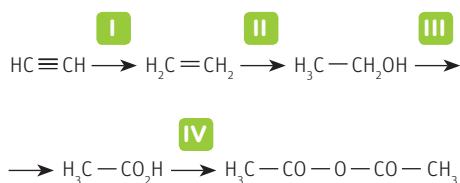
- Indique um equipamento que pode ser usado para detectar a presença de radioatividade.
- Que tipo de informação o uso de isótopo 18 do oxigênio mostrado na equação pode fornecer?

38. Leia o texto abaixo e faça o que se pede.

A indústria química brasileira teve um faturamento líquido de US\$ 112,4 bilhões em 2015. Essa cifra coloca o Brasil na sexta posição no *ranking* mundial de fabricantes de produtos químicos.

Fonte de pesquisa: Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim). Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/a-industria-quimica/conceito-conjuntura-estatistica-pergunta-resposta>>. Acesso em: 25 maio 2016.

A cadeia de reações a seguir exemplifica o poder de transformação da química.

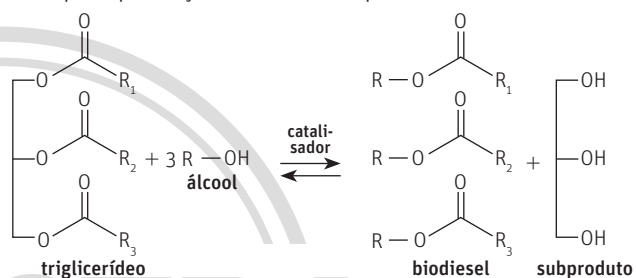


- Classifique as reações ocorridas em I, II, III e IV.
- Qual o número de oxidação dos átomos de carbono nas substâncias produzidas pelas transformações II e III?

- c) Escreva um parágrafo destacando os efeitos positivos causados pela indústria química para o desenvolvimento do país.

39. O biodiesel é muito pesquisado atualmente como alternativa para reduzir o consumo de combustíveis de origem fóssil. Sua produção ocorre mediante uma reação de transesterificação de óleos vegetais, ricos em triglicerídeos, formando como subproduto um composto muito utilizado como hidratante em formulações comerciais.

Reações de transesterificação são muito semelhantes a reações de esterificação, porém convertem um éster em outro éster. A reação de transesterificação para produção de biodiesel pode ser resumida como:



Temos que R₁, R₂ e R₃ são cadeias carbônicas do óleo vegetal e que R é a cadeia carbônica do álcool, geralmente CH₃— ou CH₂CH₃—.

- Qual é o nome do subproduto formado? Qual grupo funcional está presente na molécula desse subproduto?
 - Para determinado óleo vegetal, R₁, R₂ e R₃ são compostas, cada uma, por uma cadeia não ramificada e saturada de dez átomos de carbono, e o álcool utilizado é o metanol. Escreva a estrutura da molécula de biodiesel formada.
40. Um álcool de fórmula molecular C₄H₁₀, ao ser tratado com ácido sulfúrico a elevadas temperaturas, produz uma mistura de dois alcenos não ramificados.
- Qual é esse álcool?
 - Qual é o volume dos gases liberado pela combustão completa de 1 mol desse álcool? Esse volume de gases seria diferente caso a combustão fosse de um isômero desse álcool?
- Considere todos os gases como ideais.

Dados:

temperatura de formação dos gases = 127 °C;
pressão = 1 atm; R = 0,082 L · atm/(mol · K).

41. Qual é a diferença entre o produto da hidrólise ácida e o da hidrólise básica de ésteres? Qual desses produtos possui maior temperatura de ebulição?

Projeto de fabricação de sabão ecológico com óleo de cozinha reciclado gera emprego e renda no RN

A reciclagem do óleo de cozinha e sua transformação em sabão ecológico está gerando emprego e renda para 90 mulheres de seis comunidades carentes de Natal, RN, graças ao projeto Sabão Ecológico das Comunidades [...]. O projeto que integra o Programa Petrobras Socioambiental contribui para a melhoria da qualidade de vida em sua área de abrangência, já que o descarte do óleo no meio ambiente prejudica solos, lençóis freáticos e estações de tratamento de esgoto.

O projeto [...], implementado pela ONG Centro de Promoção à Assistência Social (Cepas), inclui a coleta do óleo em restaurantes, lanchonetes e bufês parceiros; a purificação em uma miniusina construída com recursos do projeto; a distribuição do óleo purificado a seis pontos de fabricação de sabão, um em cada município; a fabricação das barras de sabão; o corte; a embalagem e a distribuição do produto.

[...] Segundo Cláudia Regina Maciel, uma das coordenadoras do projeto, a produção gerada é de cerca de 2 800 pacotes de sabão por mês, com cinco barras cada um, sendo o preço de venda mínimo estabelecido em R\$ 4, dos quais R\$ 3 cabem a cada fabricante e vendedora. O restante é revertido para a compra de material, de modo que o projeto se torne autossustentável. O dinheiro obtido complementa a renda das fabricantes e vendedoras de sabão [...].

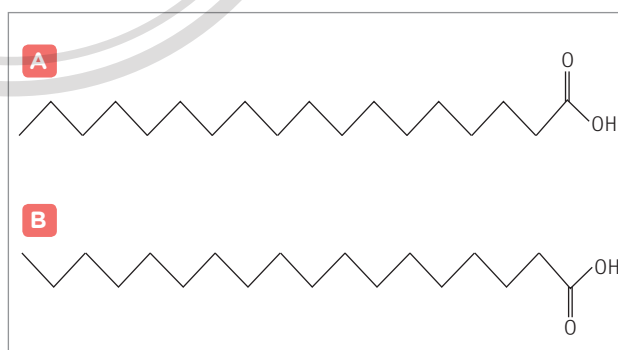
“As fabricantes e vendedoras de sabão foram escolhidas entre as mais carentes indicadas pelos líderes de cada uma das seis comunidades. Em geral, são faxineiras, catadoras de material reciclado ou mulheres que apenas viviam com recursos do Bolsa Família e têm empregabilidade muito baixa devido à pouca escolaridade e ao fato de morarem em comunidades onde a pobreza é extrema. O projeto mudou a vida delas. Hoje,



Sabões ecológicos (à esquerda) podem ser produzidos a partir de óleo de cozinha reciclado.

essas mulheres têm renda que pode chegar a cerca de R\$ 3 500,00 dependendo das vendas, ajudam em casa com a compra de mantimentos no dia a dia, sentem-se muito mais produtivas e inseridas na sociedade e têm maior autonomia e autoestima”.

O óleo de soja é composto principalmente pelos ácidos graxos palmítico (A) e esteárico (B), que apresentam as fórmulas estruturais mostradas abaixo:



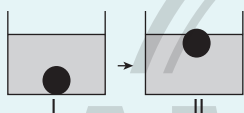
PETROBRAS. *Fatos e Dados*. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/projeto-de-fabricacao-de-sabao-ecologico-com-oleo-de-cozinha-reciclado-gera-emprego-e-renda-no-rn.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

PARA DISCUTIR

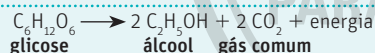
1. Com foco na estrutura molecular do óleo de cozinha, quais motivos o tornam tão perigoso para o solo e os lençóis freáticos?
2. A produção do sabão demanda cuidados devido à necessidade do uso de água fervente e soda cáustica. Quais são os riscos dessa mistura caso atinja, por exemplo, a pele humana?
3. Qual é a importância social de projetos como esse desenvolvido em Natal?

- 42. (UFPEL-RS)** O formol, usado na conservação de cadáveres e como desinfetante, é uma solução aquosa que contém de 37% a 40% em volume de metanal. O metanal também é usado na preparação de resinas sintéticas (baquelite), medicamentos (urotropina) e, em síntese orgânica, na preparação do metanol e ácido metanoico (ácido fórmico). Com base nos dados acima, responda:
- Que volume de metanal se deve utilizar para preparar 2 litros de formol?
 - Qual a reação de oxidação do metanal para que se obtenha o ácido fórmico?

- 43. (Enem)** No processo de fabricação de pão, os padeiros, após prepararem a massa utilizando fermento biológico, separam uma porção de massa em forma de “bola” e a mergulham num recipiente com água, aguardando que ela suba, como pode ser observado, respectivamente, em I e II do esquema abaixo. Quando isso acontece, a massa está pronta para ir ao forno.



Um professor de Química explicaria esse procedimento da seguinte maneira: “A bola de massa torna-se menos densa do que o líquido e sobe. A alteração da densidade deve-se à fermentação, processo que pode ser resumido pela equação:



Considere as afirmações abaixo.

- A fermentação dos carboidratos da massa de pão ocorre de maneira espontânea e não depende da existência de qualquer organismo vivo.
 - Durante a fermentação ocorre produção de gás carbônico, que se vai acumulando em cavidades no interior da massa, o que faz a bola subir.
 - A fermentação transforma a glicose em álcool. Como o álcool tem maior densidade do que a água, a bola de massa sobe.
- Dentre as afirmativas, apenas:
- I está correta.
 - II está correta.
 - I e II estão corretas.
 - II e III estão corretas.
 - III está correta.

- 44. (Fuvest-SP)** O sabor artificial de laranja é conseguido usando acetato de octila.
- Equacione a reação de esterificação que permite obter esse composto.
 - Dê o nome dos reagentes empregados.

- 45. (UFRJ)** Um determinado produto, utilizado em limpeza de peças, foi enviado para análise, a fim de se determinar os componentes em sua fórmula.

Descobriu-se, após cuidadoso fracionamento, que o produto era composto por três substâncias diferentes, codificadas como A, B e C. Cada uma dessas substâncias foi analisada e os resultados podem ser vistos na tabela a seguir.

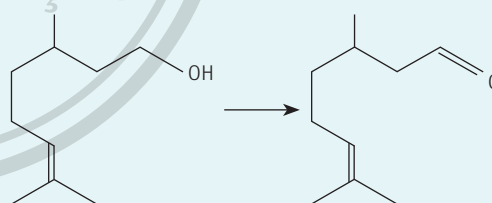
Substância	Fórmula molecular	Ponto de ebulição	Oxidação branda
A	C ₃ H ₈ O	7,9 °C	não reage
B	C ₃ H ₈ O	82,3 °C	produz cetona
C	C ₃ H ₈ O	97,8 °C	produz aldeído

- Com base nos resultados da tabela, dê o nome e escreva a fórmula estrutural do produto da oxidação branda de B.
- Escreva as fórmulas estruturais de A e C e explique por que o ponto de ebulição de A é menor do que o de C.

- 46. (PUC-MG)** Um composto capaz de reduzir a prata em uma solução amoniacal de nitrato de prata pertence à função:

- ácido.
- cetona.
- aldeído.
- éter.

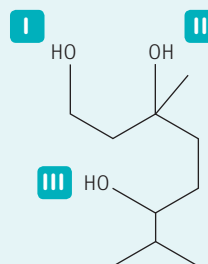
- 47. (UFG-GO)** A equação química de conversão do citronelol em citronela é mostrada a seguir.



Nessa reação, tem-se a conversão de um:

- fenol em aldeído.
- álcool em aldeído.
- fenol em cetona.
- álcool em cetona.
- aldeído em cetona.

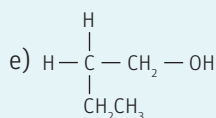
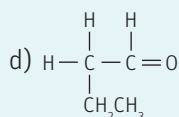
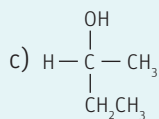
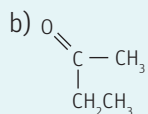
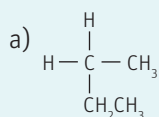
- 48. (UFU-MG)** Considere as informações a seguir.



Na reação de oxidação do triálcool apresentado com KMnO_4 em meio ácido ou com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ em meio ácido, é **correto** afirmar que:

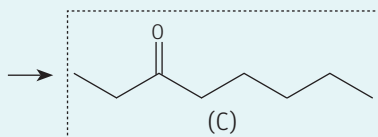
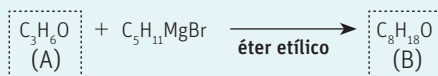
- a hidroxila III produzirá cetona.
- a hidroxila II produzirá ácido carboxílico.
- a hidroxila I produzirá cetona.
- a hidroxila I produzirá éster.

49. (UFG-GO) A butanona, ao ser reduzida cataliticamente, produz um racemato em que um dos isômeros pode ser representado por:



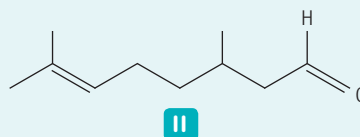
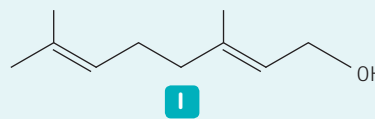
50. (Ufes) A cetona C a seguir é um constituinte do óleo de lavanda, que lhe confere a sensação característica de “frescor”. Pode-se preparar esse composto em duas etapas, envolvendo um reagente de Grignard:

Ufes. Fac-símile: ID/BR



- Dê as estruturas e os nomes dos compostos A e B, de acordo com a nomenclatura Iupac.
- Classifique a transformação do composto B no composto C como um dos tipos de reação: adição, eliminação, substituição, redução ou oxidação.
- Que reagente você usaria para efetuar a transformação de B em C?

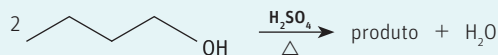
51. (UEPG-PR) O geraniol (I) e o citronelal (II) são substâncias voláteis presentes no óleo essencial de algumas plantas, conferindo-lhes aroma de rosas e eucalipto, respectivamente. Analise as estruturas químicas dessas duas substâncias e assinale o que for **correto**.



UEPG-PR. Fac-símile: ID/BR

- (01) Ambos reagem com bromo, consumindo dois mols de bromo por mol de reagente.
- (02) Ambos produzem propanona, entre outros compostos, quando tratados com solução de KMnO_4 a quente, em meio ácido.
- (04) Ambos reagem com ácidos carboxílicos, produzindo ésteres.
- (08) Apenas o composto I apresenta isomeria geométrica.
- (16) Apenas o composto II apresenta isomeria óptica.

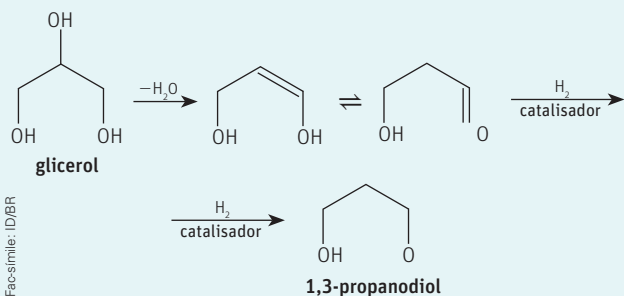
52. (PUC-RJ) Em uma reação de desidratação intermolecular de álcool, considere que dois mols do álcool reajam entre si, a quente e em meio ácido, para formar um único mol do produto orgânico e um mol de água:



- Dê a nomenclatura do reagente segundo as regras da Iupac.
- Represente, na forma de bastão, a estrutura do produto formado.
- Represente, na forma de bastão, a estrutura de dois isômeros do reagente.

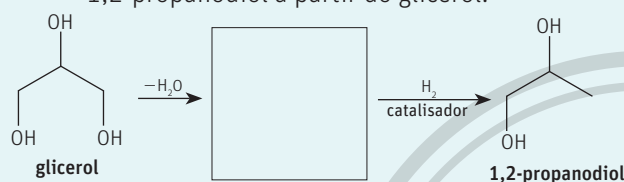
53. (Fuvest-SP) Na produção de biodiesel, o glicerol é formado como subproduto. O aproveitamento do glicerol vem sendo estudado, visando à obtenção de outras substâncias. O 1,3-propanodiol, empregado na síntese de certos polímeros, é uma dessas substâncias que pode ser obtida a partir do glicerol. O esquema a seguir ilustra o processo de obtenção do 1,3-propanodiol.

PUC-RJ. Fac-símile: ID/BR



Fuvest-SP Fac-símile: ID/BR

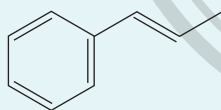
- a) Na produção do 1,3-propanodiol a partir do glicerol, também pode ocorrer a formação do 1,2-propanodiol. Na página de resposta, complete o esquema que representa a formação do 1,2-propanodiol a partir do glicerol.



- b) O glicerol é líquido à temperatura ambiente, apresentando ponto de ebulição de 290 °C a 1 atm. O ponto de ebulição do 1,3-propanodiol deve ser maior, menor ou igual ao do glicerol? Justifique.

54. (Enem) O permanganato de potássio ($KMnO_4$) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o $KMnO_4$ é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.

Enem, Fac-símile: ID/BR

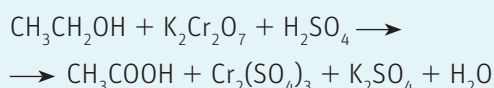


Os produtos obtidos na oxidação do aleno representado, em solução aquosa de $KMnO_4$, são:

- Ácido benzoico e ácido etanoico.
 - Ácido benzoico e ácido propanoico.
 - Ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
 - Ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
 - Ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.
55. (UEA-AM) Um exemplo de reação orgânica classificada como adição é a que ocorre entre:
- ácido oleico e soda cáustica, produzindo água e oleato de sódio.
 - ácido acético e etanol, produzindo acetato de etila e água.
 - metano e oxigênio, produzindo dióxido de carbono e água.
 - benzeno e cloro, produzindo monoclórobzeno.
 - etileno e água, produzindo etanol.

56. (UEC-CE) Notícia do Portal R7 Notícias em 10/4/2013: “Em vigor desde o dia 29 de janeiro, a nova Lei Seca diz que o motorista que for parado em uma blitz de trânsito e for flagrado com 0,05 mg ou mais de álcool por litro de sangue será multado”.

A aferição sobre a ingestão de álcool pelos motoristas é feita pelo bafômetro moderno onde é produzida uma corrente elétrica que é transformada em sinal digital. A reação que ocorre no aparelho é traduzida, de maneira simplificada, pela equação não balanceada:



É correto afirmar-se que, no bafômetro moderno:

- Ocorre uma reação de óxido-redução na qual o dicromato de potássio é o agente oxidante.
 - A soma dos coeficientes da equação completa balanceada é 39.
 - Ocorre um efeito Tyndall sobre a dispersão coloidal expelida dos pulmões.
 - Ocorre um efeito termoelétrico produzido pela diferença de temperatura entre o gás expelido dos pulmões e o ar atmosférico.
57. (IME-RJ) Considere a rota sintética descrita na sequência abaixo onde cada etapa ocorre em temperatura e pressão adequadas:

1ª Etapa: o composto A (C_7H_6O) sofre oxidação em solução básica de permanganato de potássio. O produto gerado, após neutralizado, é o ácido benzoico;

2ª Etapa: o ácido benzoico reage com etanol em solução ácida, produzindo o composto B e água;

3ª Etapa: o composto B sofre forte redução com hidreto de lítio-alumínio em éter, gerando dois produtos que, depois de neutralizados, formam então o composto C e o etanol.

Considerando as etapas supracitadas, são feitas as seguintes afirmações:

- o composto A e o composto C são isômeros.
- o composto B é um éster.
- o composto B é o acetato de benzila.

Com base na análise das afirmações acima, assinale a opção **correta**.

- Todas as afirmações são falsas.
- Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
- Existe apenas uma afirmação verdadeira.
- Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.
- Todas as afirmações são verdadeiras.

Reações envolvendo funções nitrogenadas, halogenadas e sulfuradas e compostos organometálicos

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Obtenção, propriedades e reações de aminas.

Obtenção, propriedades e reações de amidas.

Obtenção, propriedades e reações de aminoácidos e nitrocompostos.

Obtenção, propriedades e reações de compostos halogenados, sulfurados e organometálicos.



Raiz de soja com nódulos, produto da associação de bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas. Esse tipo de estrutura é comum em plantas leguminosas.

Observe atentamente a fotografia acima e identifique os nódulos na raiz. Como você os descreveria? Em que parte da raiz esses nódulos são mais numerosos: na parte localizada mais próxima à planta ou na mais distante dela?

Muitos compostos nitrogenados são fundamentais para o metabolismo dos seres vivos. No entanto, a forma mais abundante do nitrogênio na Terra é o gás nitrogênio (N_2), praticamente inerte. Então, como os organismos introduzem átomos de nitrogênio em moléculas orgânicas? A resposta está no reino das bactérias.

Definidas por sua função, as bactérias fixadoras de nitrogênio têm a importante tarefa de converter o nitrogênio atmosférico em compostos como amônia (NH_3) e em íons, como o nitrato (NO_3^-), estejam essas bactérias livres no solo ou associadas a raízes de leguminosas. Assim, as plantas incorporam o nitrogênio oxidado dessas substâncias em moléculas orgânicas, na forma de aminas. Essas aminas sofrem diversas reações químicas até se transformarem em moléculas como, por exemplo, aminoácidos e posteriormente em proteínas, ambos presentes em todos os seres vivos.

O início deste capítulo é totalmente dedicado a algumas reações orgânicas envolvendo aminas e amidas. Posteriormente, você verá quais transformações podem ocorrer com compostos halogenados e sulfurados.

Obtenção, propriedades e reações de aminas

Obtenção de aminas

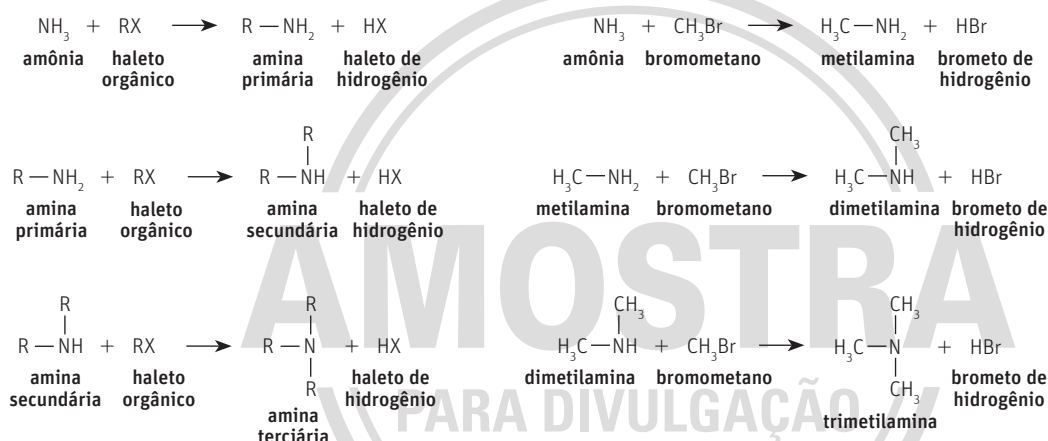
As aminas são bastante utilizadas industrialmente como intermediários na fabricação de medicamentos, inseticidas e corantes. Elas podem ser produzidas em laboratório, e os métodos de obtenção mais usados são:

- reações de haletos orgânicos com amônia;
- redução de nitrilas;
- redução de nitrocompostos.

Reações de haletos orgânicos com amônia

A reação da amônia com haletos orgânicos (RX) produz aminas primárias. Quando o produto desta reação continua a reagir com o haleto orgânico, podem ser obtidas aminas secundárias ou terciárias.

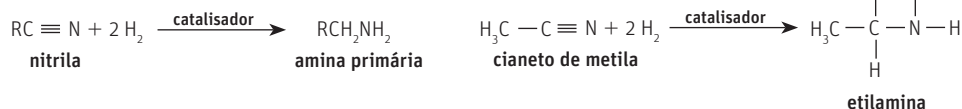
Exemplos



Redução de nitrilas

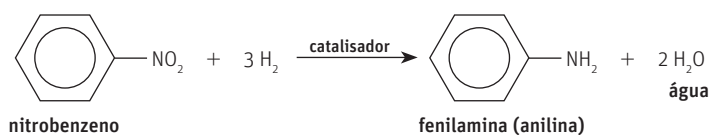
Nesse tipo de reação, o gás hidrogênio (H₂) reage com nitrilas, na presença de catalisador, produzindo uma amina primária.

Exemplo



Redução de nitrocompostos

Esta é uma das principais formas de obtenção de aminas aromáticas:



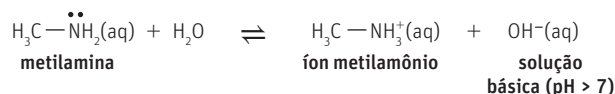
A anilina é utilizada como matéria-prima na produção de corantes da indústria de tintas.



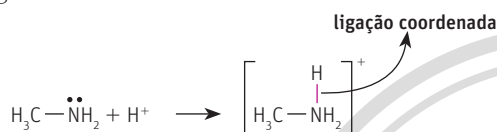
Sebastian Duda/Stock/Getty Images

Propriedades de aminas

De acordo com a classificação de Brønsted e Lowry, as aminas são compostos básicos por se comportarem como receptoras de íons $H^+(aq)$:



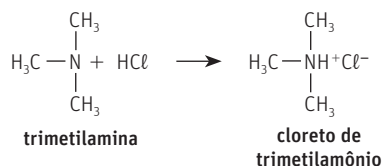
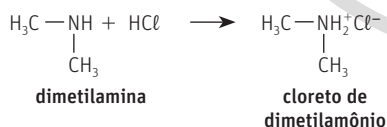
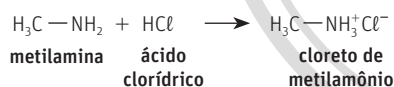
As aminas também apresentam o comportamento de bases de acordo com a teoria de dissociação de Arrhenius, quando em soluções aquosas, embora o hidróxido (OH^-) liberado seja proveniente da molécula de água. As aminas ligam-se a íons H^+ provenientes da autoionização da água, deixando livres os íons OH^- . Os íons H^+ realizam ligações coordenadas com o par de elétrons livres da camada de valência do átomo de nitrogênio.



Reações de aminas

Reações de aminas com ácidos

Condicionadores para cabelos contêm substâncias amaciantes como, por exemplo, os sais de amônio. Aplicados após a lavagem com xampu, eles melhoram a textura dos cabelos. Sais de amônio são produzidos pela reação de aminas com ácidos. Os sais de amônio podem ser primários, secundários ou terciários.



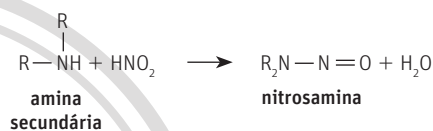
Micrografia eletrônica de fios de cabelo. O uso de condicionadores, após a lavagem com xampu, melhora a maciez dos cabelos ao selar suas escamas. Imagem ampliada cerca de 70 vezes. Uso de cores artificiais.

Susumu Nishinaga/SPL/Getty Images

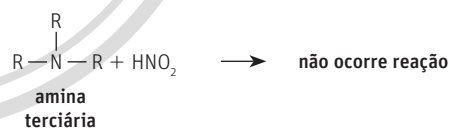
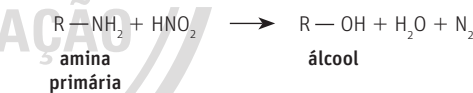
Quando as aminas reagem com o ácido clorídrico (HCl), os sais de amônio formados são frequentemente chamados de cloridratos. Um exemplo é o cloridrato de procaína, uma substância com ação analgésica. Embora a procaína também possua ação analgésica, os cloridratos são muito mais solúveis em água do que as aminas, razão pela qual o cloridrato de procaína é mais utilizado em medicamentos do que a procaína.

Reações de aminas com ácido nitroso

Um conservante comumente encontrado em alimentos embutidos (salsicha, salame, linguiça, etc.) é o nitrato de sódio ($NaNO_2$). Em contato com o ácido clorídrico presente no suco gástrico do estômago, o $NaNO_2$ produz o ácido nitroso (HNO_2), que, por sua vez, pode reagir com aminas secundárias presentes nos alimentos, ocasionando a formação de nitrosaminas, que são substâncias cancerígenas.



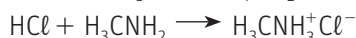
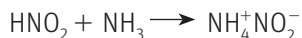
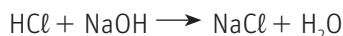
O ácido nitroso também é utilizado para diferenciar as aminas primárias das secundárias ou terciárias. Quando adicionado a aminas primárias, o ácido nitroso forma alcoóis, com produção de gás nitrogênio (N_2), evidenciado pela formação de bolhas no meio reacional. Quando adicionado a aminas terciárias, não ocorre reação alguma.



Sérgio Dotta, Jr./The Next

O nitrato de sódio pode ser utilizado para conservar e preservar a coloração de carnes embutidas, fertilizar solos, tratar esgotos, fabricar explosivos, produzir vidros e fogos de artifício, entre muitas outras aplicações.

1. Analise as reações de neutralização abaixo.



Qual dessas substâncias não possui caráter básico?

- NH_3
 - H_3CNH_2
 - $\text{H}_3\text{CNH}_3^+\text{Cl}^-$
 - NaOH
2. A constante K_b é uma medida da força da base. Quanto maior o seu valor, maior é a tendência da base em aceitar um próton.

Considere as substâncias abaixo e seus respectivos valores de K_b . Ordene-as em ordem **decrecente** de basicidade.

Substância	K_b a 25 °C
amônia	$1,8 \times 10^{-5}$
fenilamina	$3,8 \times 10^{-10}$
metilamina	$4,4 \times 10^{-4}$
dimetilamina	$5,2 \times 10^{-4}$
trimetilamina	$6,2 \times 10^{-5}$

3. Um dos componentes da gasolina aditivada é a tri-isobutilamina. Equacione a formação desse aditivo a partir do iodeto de isobutila.
4. Dê o nome de todos os compostos orgânicos contendo nitrogênio que podem ser formados na reação do cloroetano com a amônia.
5. Explique o fato de aminas insolúveis em água dissolverem-se em solução aquosa de ácido clorídrico.
6. Considere a reação das seguintes aminas com o ácido nitroso e assinale a alternativa correta.
- metilamina
 - dimetilamina
 - trimetilamina
- Aminas primárias não reagem com ácido nitroso.
 - Aminas secundárias reagem com ácido nitroso levando à formação de água e álcool.
 - Aminas primárias reagem com ácido nitroso levando à formação de água e nitrosamina.
 - Aminas terciárias não reagem com ácido nitroso.
 - Aminas terciárias reagem com ácido nitroso levando à formação de água e nitrosamina.

7. Aminas podem ser sintetizadas de diversas maneiras. Equacione as reações de obtenção de propilamina por dois métodos diferentes. Dê o nome dos reagentes utilizados.

8. Considerando os métodos de obtenção estudados no capítulo, indique em qual das alternativas ocorre a formação de aminas primárias.
- Reação de haleto inorgânico com amônia e oxidação de nitrilas.
 - Oxidação de nitrilas e reação de haleto orgânico com aminas secundárias.
 - Redução de nitrilas e reação de haleto orgânico com aminas secundárias.
 - Oxidação de nitrilas e reação de haleto orgânico com amônia.
 - Reação de haleto orgânico com amônia e redução de nitrilas.

9. A reação de aminas com ácidos leva à formação de sais de amônio, compostos utilizados na fabricação de xampus na proporção de 2,5% em massa e de condicionadores na proporção de 7% em massa. Calcule a massa de cloreto de tributilamônio que deve ser utilizada na fabricação de 50000 frascos de 500 mL de xampu. **Dado:** densidade do xampu: 1,1 g/mL.

10. Em um laboratório, uma amostra de um determinado composto contendo um grupo amina reagiu completamente com ácido nitroso (HNO_2), produzindo gás nitrogênio (N_2). O gás formado foi coletado, e o volume obtido foi 490 mL, a 25 °C e 1 atm. Calcule o número de mols da amina utilizada na reação. O composto da amostra contém uma amina primária, secundária ou terciária?

11. A absorção de medicamentos é fundamental para seu efeito no organismo. Muitos medicamentos contendo a função amina são comercializados na forma de cloridratos pela sua maior solubilidade em água. Entretanto, no organismo humano, devido à natureza das membranas celulares, os medicamentos são mais bem absorvidos em suas formas não ionizadas. Considerando as informações acima, responda onde medicamentos contendo somente a função amina serão mais absorvidos: no estômago (meio ácido) ou no intestino (meio básico)? Justifique sua resposta.

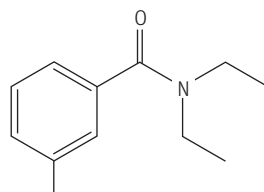
12. Em relação a algumas características das aminas, quais das afirmações abaixo estão corretas?
- Tanto aminas primárias quanto secundárias e terciárias reagem com o ácido nitroso.
 - As aminas possuem caráter básico.
 - As aminas podem ser obtidas por redução de nitrilas.
 - As aminas reagem com ácidos formando compostos menos solúveis em água.

Obtenção, propriedades e reações de amidas

Obtenção de amidas

O *N,N*-dietil-3-metilbenzamida (DEET) é uma das substâncias mais utilizadas em repelentes de mosquitos. O DEET foi criado logo após a Segunda Guerra Mundial e é altamente eficaz para repelir a grande maioria dos mosquitos, incluindo os transmissores da malária e da dengue.

As amidas, como o DEET, podem ser produzidas em laboratório, principalmente por reações com haletos de ácidos e de ácidos carboxílicos com amônia.



fórmula estrutural do DEET

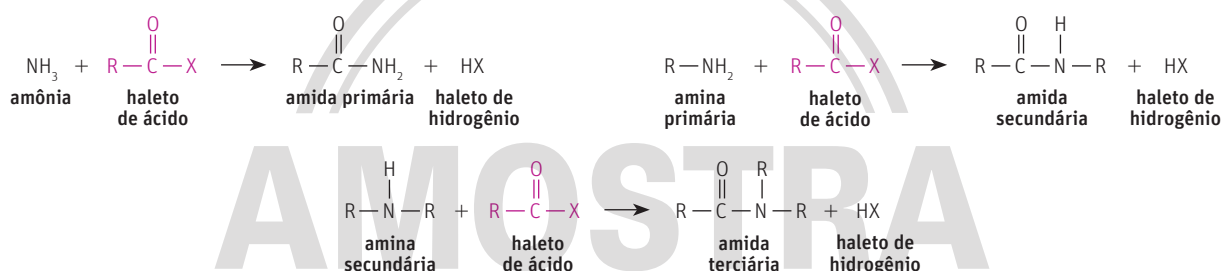


CDC/BSIP/Alamy/Latinstock

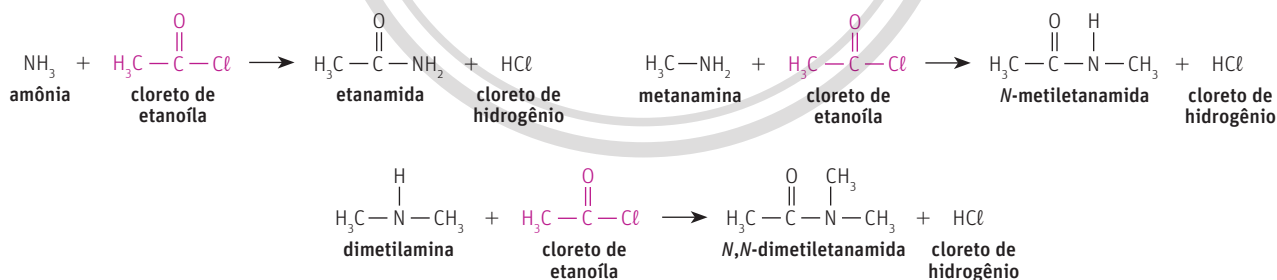
Os repelentes que contêm a substância DEET formam uma camada de vapor sobre a pele com odor repulsivo aos mosquitos, como o *Aedes aegypti* da imagem.

Reações com haletos de ácidos carboxílicos

A reação de haletos de ácidos carboxílicos ($\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{X}$) com amônia, aminas primárias e secundárias produz, respectivamente, amida primária, amida secundária e amida terciária.

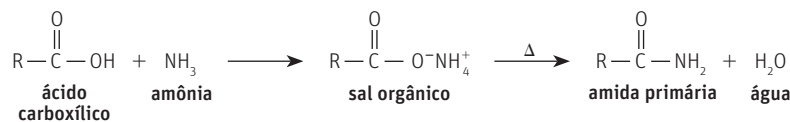


Exemplos

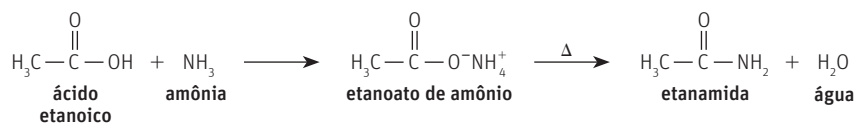


Reação de ácidos carboxílicos com amônia

A reação de ácidos carboxílicos com amônia ocorre em duas etapas. Na primeira, forma-se sal orgânico de amônio, que, ao ser aquecido (Δ), produz amida primária e água.



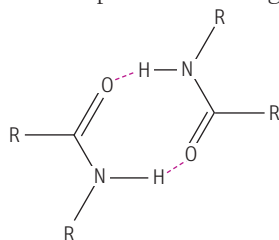
Exemplo



Propriedades de amidas

As amidas possuem um caráter básico mais fraco que o das aminas, por causa da presença do átomo de oxigênio do grupo carbonila. O átomo de oxigênio, por ser mais eletronegativo que o de nitrogênio, diminui a densidade eletrônica do átomo de nitrogênio, o que dificulta a dissociação do próton.

As amidas primárias e secundárias associam-se fortemente entre si, formando dímeros, por meio de ligações de hidrogênio, como representado a seguir.



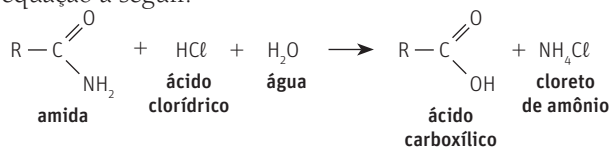
Essa forte interação confere às amidas primárias e secundárias temperaturas de ebulição maiores que as das amidas terciárias de mesmo número de átomos de carbono. Isso ocorre porque as amidas terciárias não possuem ligações intermoleculares consideradas fortes, como as ligações de hidrogênio N – H das amidas primárias e secundárias. Também devido a essa forte interação, a solubilidade em água das amidas primárias e secundárias é maior que a das amidas terciárias de mesmo número de átomos de carbono, já que podem interagir por ligações de hidrogênio com as moléculas de água.

Reações de amidas

As amidas podem sofrer hidrólise em meio ácido ou básico.

Reações de amidas com ácidos

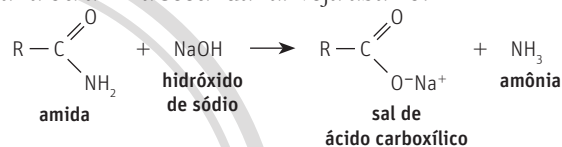
A reação de amidas com ácidos inorgânicos produz um ácido carboxílico e um sal de amônio. Observe a equação a seguir.



Note que o oxigênio presente no ácido carboxílico formado é proveniente da molécula de água.

Reações de amidas com bases

Na reação de amidas com bases inorgânicas, obtém-se um sal de ácido carboxílico e amônia ou amina primária ou amina secundária. Veja abaixo:



Note que, diferentemente das reações de amidas com ácidos inorgânicos, a água não é representada na equação geral. Isso ocorre porque, embora a molécula de água participe do mecanismo da reação como reagente, outra molécula de água é formada durante o processo.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Antibióticos contendo o grupo amida

Nas primeiras décadas do século XX, as infecções bacterianas ocupavam o primeiro lugar entre as causas de doença e de morte. [...] sem fazer distinção de classes sociais e com efeitos dramáticos na esperança de vida das populações. [...]

Em 1929, Fleming, que trabalhava no laboratório de bacteriologia do Queen's Mary Hospital, em Londres, observou um fenômeno de antibiose e descobriu a penicilina. Em 1935, Domack, nos laboratórios da I. G. Farbenindustrie, dava a conhecer as propriedades terapêuticas do Prontosil em ratinhos infectados com estreptococos e descobria a primeira sulfamida. Finalmente em 1940, Florey e Chain, ao retomarem em Oxford os trabalhos inacabados de Fleming, iriam demonstrar as capacidades terapêuticas da penicilina [...].

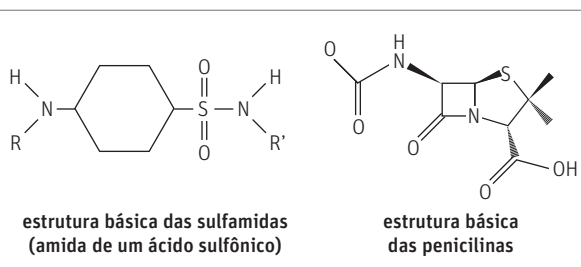
[...] a penicilina é um produto biológico produzido por um fungo [*Penicillium*]; as sulfamididas são obtidas por síntese química. Contudo, tanto uma como as outras surgiram em resposta a uma questão concreta – a terapêutica sistêmica das infecções bacterianas [...].

[...]

Nestas três descobertas é possível detectar “acasos” que não tinham sido programados pelos investigadores,

mas cuja importância se revelou decisiva. Exemplos disso são o esporo do *Penicillium* que, vindo não se sabe de onde, pousou na cultura de estafilococos; o radical sulfonamida adicionado aos corantes azoicos pelos técnicos da indústria química; o artigo de Fleming encontrado inesperadamente por Chain durante uma pesquisa bibliográfica. Estes acasos que, ou alteraram o rumo da investigação ou obrigaram a rever hipóteses explicativas, revelam bem os caminhos complexos e por vezes tortuosos do conhecimento científico e o papel primordial da perspicácia dos investigadores.

VELOSO, A. J. B. Descobertas simultâneas e a Medicina do século XX (2ª parte) – O caso da penicilina e das sulfamididas. *Revista da sociedade portuguesa de medicina interna*, v. 13, n. 1, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.spmi.pt/revista/vol13/vol13_n1_2006_52_60.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.



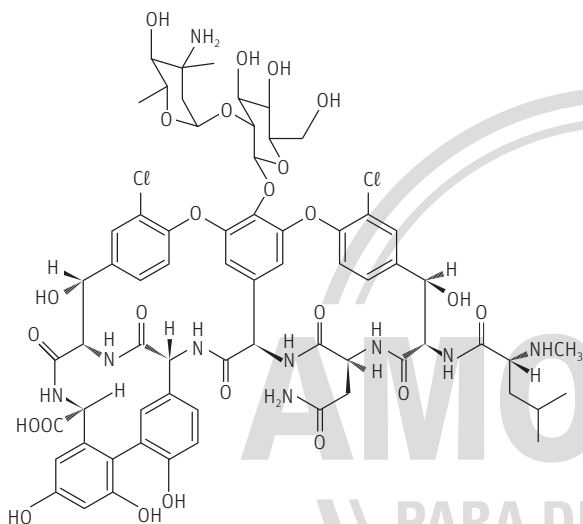
estrutura básica das sulfamididas (amida de um ácido sulfônico)

estrutura básica das penicilinas

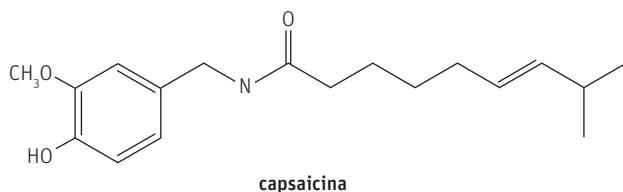
13. O uso inadequado de antibióticos pode levar à seleção de bactérias resistentes a esses medicamentos. Médicos e pesquisadores relatam o receio de que, em um futuro próximo, não existam mais condições de tratar infecções por falta de medicamentos eficientes.

Atualmente, a medicina dispõe de um antibiótico chamado vancomicina, eficiente no tratamento contra ampla variedade de bactérias. Entretanto, mesmo essa droga já encontra bactérias resistentes à sua ação.

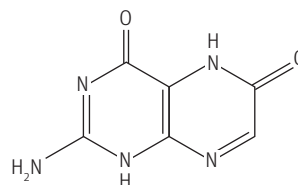
A fórmula estrutural da vancomicina está apresentada na figura a seguir. Identifique o número de grupos amida presentes na molécula.



14. Equacione a reação entre o ácido propanoico e a amônia, mostrando as fórmulas estruturais e dando o nome do produto orgânico formado. Faça o mesmo para a reação entre o cloreto de etanoila e a amônia.
15. Forneça os nomes dos produtos finais da hidrólise em meio ácido, HCl(aq) , das amidas relacionadas abaixo:
- propanamida
 - 2,3-dimetilbutanamida
 - metilpropanamida
16. A capsaicina é a substância responsável pelo sabor picante de várias espécies de pimenta. A capsaicina apresenta em sua estrutura um grupo amida. Com base na estrutura química da capsaicina indicada abaixo, desenhe em seu caderno as estruturas dos reagentes que poderiam ser utilizados em laboratório na síntese da capsaicina.

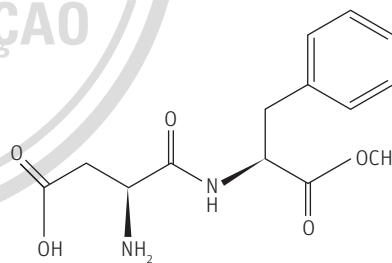


17. A xantopterina, pigmento encontrado nas asas de muitas borboletas, apresenta em sua estrutura tanto grupos amina quanto grupos amida. Desenhe a estrutura em seu caderno e identifique os grupos amina e os grupos amida na estrutura dessa molécula. Entre grupos amina e grupos amida, qual apresenta maior caráter básico?



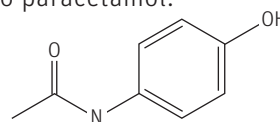
xantopterina

18. O aspartame é um adoçante comercial muito utilizado devido ao seu poder de adoçar (cerca de 200 vezes maior que a sacarose, o açúcar comum) e sua atoxicidade (pessoas com fenilcetonúria, uma síndrome metabólica, não podem ingerir alimentos que contêm fenilalanina ou que a possam produzir quando metabolizados pelo organismo, como ocorre com o aspartame). Considerando a fórmula estrutural do aspartame representada abaixo, escreva as fórmulas estruturais das substâncias que são produzidas na reação de hidrólise do aspartame no estômago.



aspartame

19. *N*-(4-hidroxifenil) etanamida, comercializado com o nome genérico de paracetamol, está na composição de muitos antigripais devido às suas propriedades analgésicas (combate à dor) e anti-piréticas (combate à febre). Observe a fórmula estrutural do paracetamol.



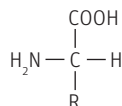
paracetamol

Dê o nome do ácido carboxílico que é formado na reação de hidrólise do paracetamol no estômago de um indivíduo doente.

Obtenção, propriedades e reações de aminoácidos e nitrocompostos


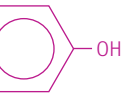
Propriedades de aminoácidos

Um dos grupos de moléculas mais importantes nos seres vivos é o dos aminoácidos. Vinte tipos de aminoácidos são usados na síntese de proteínas. Todos apresentam ao menos dois grupos funcionais: amina e ácido carboxílico.



fórmula estrutural de um aminoácido

O grupo (R) é o que diferencia os aminoácidos. Veja os exemplos a seguir.

Grupo R	Nome	Fórmula estrutural
—H	Glicina	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
—CH ₂ —SH	Cisteína	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2-\text{SH} \end{array}$
—CH ₂ — 	Fenilalanina	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
—CH ₂ — 	Tirosina	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \end{array}$

Existem 20 aminoácidos proteicos diferentes; portanto, ao todo, temos vinte tipos de grupos R. Nessa tabela estão apresentados apenas quatro.

Portanto, as propriedades de cada um dos 20 aminoácidos dependem dos grupos R. Por exemplo, com exceção

da glicina, todos os aminoácidos são opticamente ativos. Os aminoácidos também podem ser divididos, de acordo com os grupos R, em aminoácidos polares e apolares.

Papel nutricional

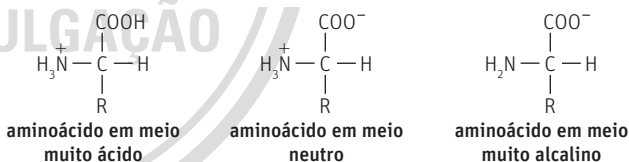
O organismo humano é incapaz de sintetizar nove dos vinte tipos de aminoácidos presentes em suas proteínas. Portanto, esses aminoácidos (ditos **essenciais**) devem ser obtidos obrigatoriamente na dieta alimentar.

Os outros onze (chamados **não essenciais**) podem ser sintetizados no organismo a partir dos aminoácidos essenciais ou a partir de açúcares e gorduras.

Aminoácidos essenciais	
1	Fenilalanina
2	Histidina
3	Isoleucina
4	Leucina
5	Lisina
6	Metionina
7	Treonina
8	Triptofano
9	Valina

Aminoácidos em diferentes pHs

O grupo carboxílico (—COOH) caracteriza os ácidos carboxílicos, portanto eles têm caráter ácido. Já a função amina é caracterizada pelo grupo amina (—NH₂), cujo caráter é básico. Por isso, dependendo do valor de pH do meio, o aminoácido pode apresentar, em solução aquosa, os grupos carboxílico e amina, ligados ou não a íons H⁺.



Como os aminoácidos são ionizáveis, podemos realizar curvas de titulação (gráficos da variação de pH em função da concentração do agente titulante). Os aminoácidos possuem curvas de titulação características que dependem de sua cadeia lateral.

AÇÃO E CIDADANIA

O Ministério da Saúde implantou em 2001 o Programa Nacional de Triagem Neonatal (PNTN) pelo Sistema Único de Saúde (SUS). O Programa tem como objetivo promover a detecção de doenças congênitas em todos os nascidos vivos antes do aparecimento dos sintomas, permitindo o tratamento precoce e, conseqüentemente, diminuindo a mortalidade. Entre as doenças triadas está a fenilcetonúria.

A fenilcetonúria é um defeito genético no metabolismo do aminoácido fenilalanina. Os portadores nascem sem a enzima fenilalanina hidroxilase, ou com quantidades muito

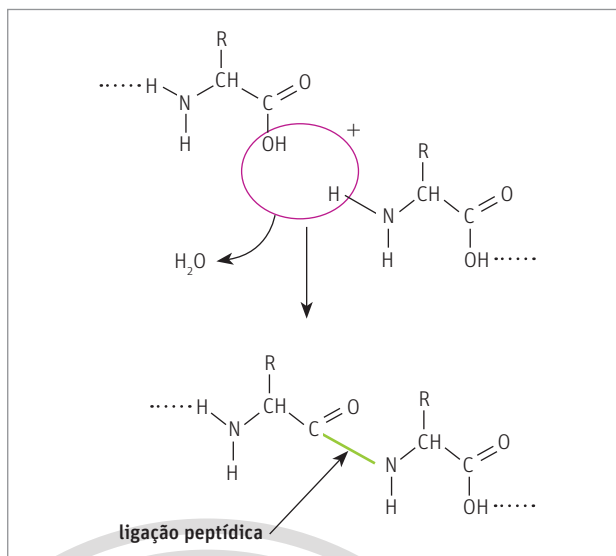
pequenas dela. Essa enzima é responsável pela conversão da fenilalanina em tirosina. O resultado é o acúmulo da fenilalanina e seus metabólitos, tais como fenilacetato, no sangue, urina e em outros tecidos. Esse acúmulo leva à diminuição da produção de neurotransmissores e à conseqüente deficiência neuropsicomotora característica da doença.

Seu diagnóstico é feito a partir do “teste do pezinho”, após coleta do sangue do bebê pelo calcanhar. A gota de sangue recolhida é suficiente para o exame de detecção da doença.

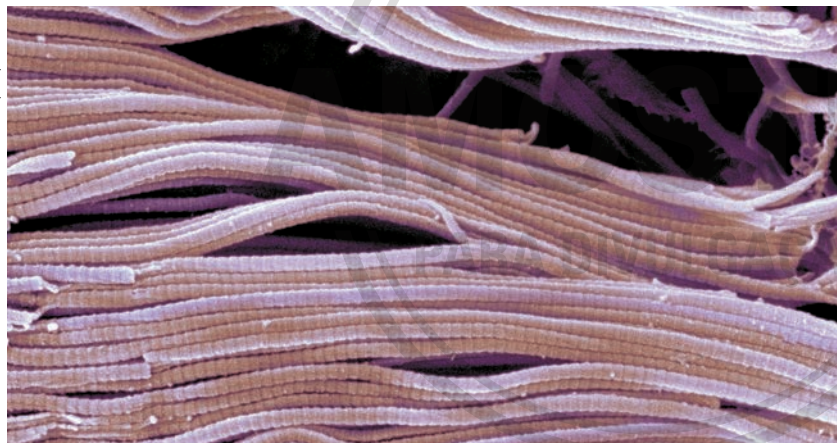
Fonte de pesquisa: Fenilcetonúria. *Ministério da Saúde*, 2013. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/abril/02/pcdt-fenilcetonuria-livro-2013.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

Reações envolvendo aminoácidos

Os aminoácidos são utilizados pelas células para sintetizar as proteínas (cadeias contendo desde algumas unidades de aminoácidos até centenas ou milhares deles). Nas proteínas, cada aminoácido é ligado a outro por meio da reação do grupo carboxílico de um aminoácido com o grupo amina de outro, ligando o átomo de carbono da carboxila ao átomo de nitrogênio da amina e liberando água. Esta ligação é conhecida como **ligação peptídica**. Observe no quadro ao lado que, quando as ligações peptídicas são formadas, há o surgimento de uma nova função orgânica: a função **amida**.

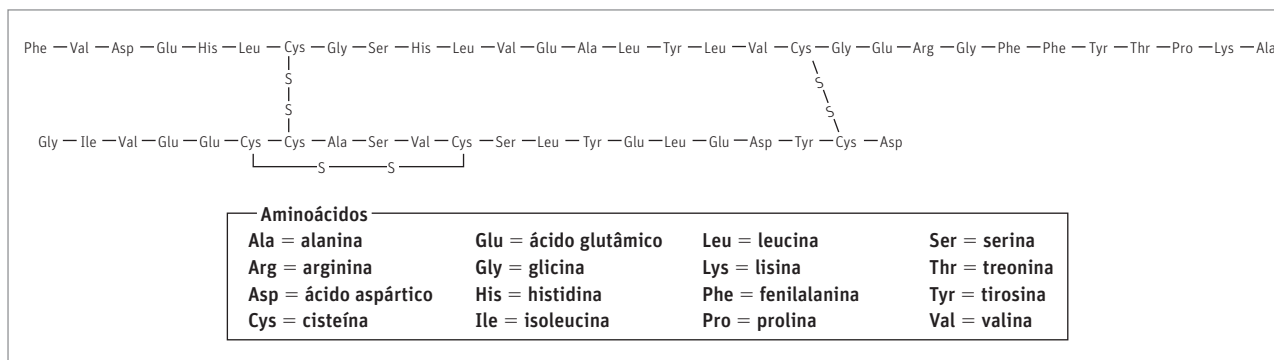


Muitas proteínas conferem forma, suporte e resistência às estruturas biológicas, sendo chamadas de proteínas estruturais. Este é o caso, por exemplo, da proteína conhecida como **colágeno**, presente nas cartilagens, na pele e nos tendões.



Micrografia eletrônica de feixes de colágeno, proteína que constitui o principal componente das cartilagens e tendões. Ampliação de aproximadamente 2 400 vezes. Colorida artificialmente.

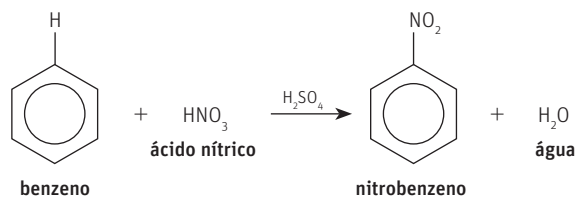
Além das proteínas estruturais, os aminoácidos fazem parte da estrutura de substâncias que desempenham outras funções em nosso organismo, como a **insulina**. Esse hormônio é muito importante, pois ele regula a entrada de glicose nas células dos tecidos muscular e adiposo.



Estrutura molecular do hormônio insulina. As siglas de três letras representam os aminoácidos que constituem a molécula. A insulina é composta de duas cadeias ligadas pelos átomos de enxofre (S) do aminoácido cisteína.

Obtenção, propriedades e reações de nitrocompostos

Os nitrocompostos são substâncias geralmente obtidas por reações de nitração, com misturas de ácido nítrico e ácido sulfúrico.



As reações de obtenção dos nitrocompostos alifáticos são mais difíceis e dão rendimentos bem mais baixos que os apresentados pelos nitrocompostos aromáticos.

A nitração é uma das reações mais amplamente utilizadas em laboratórios devido à facilidade de separação dos nitrocompostos do meio ácido em que são preparados e do amplo leque de possibilidades na utilização prática deles.

A partir de nitrocompostos é possível obter compostos com ação farmacológica, como o cloranfenicol, um agente antimicrobiano, e a ranitidina, um inibidor da secreção gástrica. Diversos nitrocompostos possuem propriedades explosivas, como o 2-metil-1,3,5-trinitrobenzeno (TNT) e a nitroglicerina. Além de ser um explosivo, a nitroglicerina também é usada como vasodilatador coronário em caso de risco de infarto. Alguns nitrocompostos são usados na fabricação de perfumes, como o nitrobenzeno.

Os nitrocompostos são bastante reativos, por isso são largamente utilizados como explosivos, sendo que, quanto maior a quantidade de grupos $-\text{NO}_2$ em suas moléculas, mais explosivos eles serão. Eles também podem sofrer redução fornecendo aminas. Muito da atividade biológica dos nitrocompostos está relacionada a essa capacidade de sofrer redução.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Detecção de creatinina com ácido pícrico

A quantidade de creatinina excretada diariamente é proporcional à massa muscular e não é afetada pela dieta, idade, sexo ou exercício. [...]

Como a velocidade de excreção da creatinina é relativamente constante e a sua produção não é influenciada pelo metabolismo proteico ou outros fatores externos, a concentração da creatinina sérica é uma excelente medida para avaliar a função renal. [...]

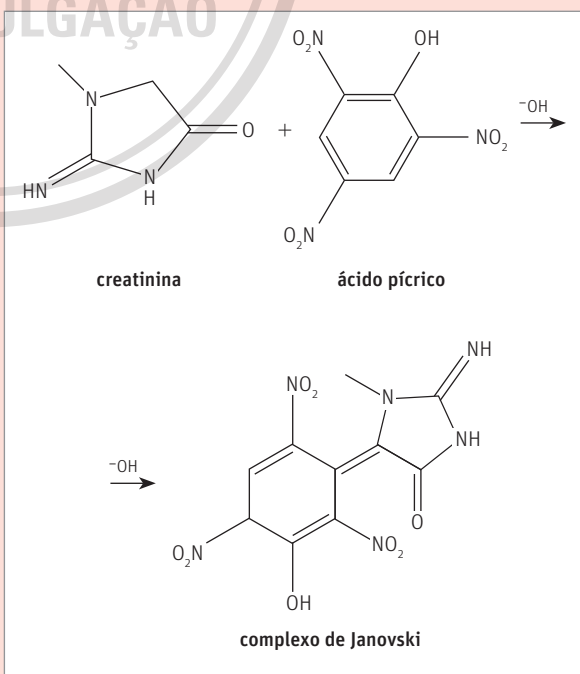
Valores aumentados indicam a deterioração da função renal, sendo que o nível sérico geralmente acompanha, paralelamente, a severidade da enfermidade.

[...]

A concentração da creatinina sérica é monitorada após transplante renal, pois um aumento, mesmo pequeno, pode indicar a rejeição do órgão.

[...]

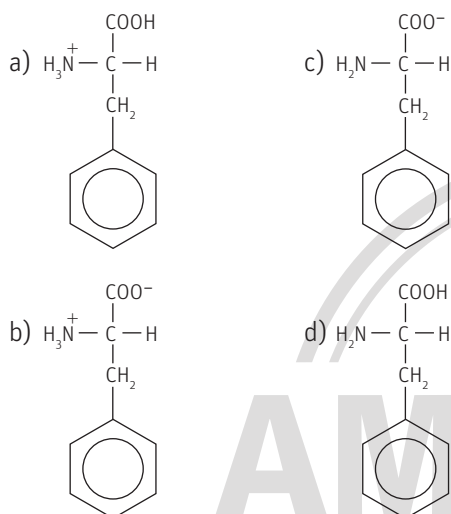
[Max] Jaffé (1886) demonstrou que a creatinina com o picrato alcalino desenvolvia cor alaranjada (complexo de Janovski). No aparecimento deste produto colorido, estão baseados vários métodos para a determinação da creatinina no sangue ou urina.



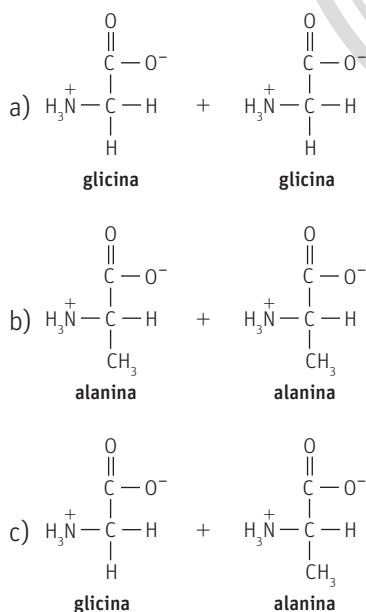
MOTTA, V. T. *Bioquímica clínica: princípios e interpretações*. Disponível em: <<http://www.laboratoriocentral.com.br/wp-content/uploads/2010/08/Bioq.Clinica-Nitrogenio-Nao-Proteico.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

20. Concentrações elevadas de aminoácidos encontradas no plasma ou na urina são sintomas de vários tipos de doença. A fenilcetonúria é um defeito metabólico, e seus portadores não dispõem de quantidades suficientes da enzima fenilalanina hidroxilase, por isso podem apresentar altas concentrações plasmáticas (no sangue) do aminoácido fenilalanina.

Considerando o pH do sangue neutro (aproximadamente 7,2), qual das estruturas a seguir melhor representa a fórmula estrutural do aminoácido fenilalanina no sangue de um indivíduo portador de fenilcetonúria?

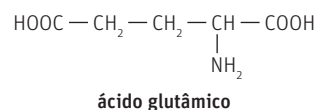


21. Dê o produto da reação entre os aminoácidos representados a seguir, destacando a ligação peptídica.



22. Considere os aminoácidos glicina e alanina, cujas fórmulas estruturais aparecem no exercício anterior. Qual desses dois aminoácidos apresenta isomeria óptica? Justifique sua resposta.

23. Considere o aminoácido ácido glutâmico, representado abaixo. Seu sal de sódio, conhecido como glutamato monossódico, é um aditivo alimentar utilizado como realçador de sabor. Qual a carga apresentada pelo ácido glutâmico em meio muito ácido, neutro e muito básico?



24. Um dos componentes de alguns protetores solares é o PABA (ácido *p*-aminobenzoico), um aminoácido.

- a) Escreva no caderno a fórmula estrutural do ácido 4-aminobenzoico (PABA).
 b) Em condições apropriadas, o ácido 4-aminobenzoico pode reagir e formar dímeros. Quais os grupos funcionais presentes num dímero do ácido 4-aminobenzoico?
 c) O ácido 4-aminobenzoico deve ser solúvel em água? Justifique.

25. Uma maneira de separar uma mistura é por meio da eletroforese. Nessa técnica, a solução é submetida a um campo elétrico, os cátions migram para o cátodo (polo negativo), e os ânions, para o ânodo (polo positivo). Diga para que polo migrará, por exemplo, o aminoácido glicina quando o pH da solução for muito baixo e quando for muito alto.

26. Em reações de nitração de compostos aromáticos substituídos, a posição na qual o grupo $-\text{NO}_2$ será adicionado depende da natureza química do substituinte presente na molécula. Dependendo do substituinte há formação de um produto com o $-\text{NO}_2$ na posição *meta* ou há formação de dois produtos, um com o $-\text{NO}_2$ na posição *orto* e um com o $-\text{NO}_2$ na posição *para*. Observe a tabela abaixo e equacione a reação do ácido benzoico e fenilamina com HNO_3 na presença de H_2SO_4 mostrando a fórmula estrutural dos compostos orgânicos e o nome dos produtos orgânicos formados.

Substituinte	Posição do grupo $-\text{NO}_2$
$-\text{CH}_3$	<i>orto</i> e <i>para</i>
$-\text{OH}$	<i>orto</i> e <i>para</i>
$-\text{NH}_2$	<i>orto</i> e <i>para</i>
$-\text{OCH}_3$	<i>orto</i> e <i>para</i>
$-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$	<i>orto</i> e <i>para</i>
$-\text{CHO}$	<i>meta</i>
$-\text{COOH}$	<i>meta</i>
$-\text{SO}_3\text{H}$	<i>meta</i>
$-\text{CN}$	<i>meta</i>

Obtenção, propriedades e reações de compostos halogenados, sulfurados e organometálicos

Compostos halogenados

Os **haletos de alquila** ($R - X$, onde $R =$ grupo alquila e $X = F, Cl, Br$ ou I) podem ser obtidos por halogenação de alcanos, processo em que um átomo de hidrogênio do alcano é substituído por um átomo de halogênio, na presença de luz ou aquecimento. Veja o exemplo:



Lembre que substituições subsequentes levam à formação de haletos di, tri e tetrassubstituídos.

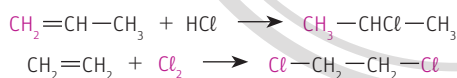
Partindo-se de alcanos com mais de dois átomos de carbono, obtém-se uma mistura de isômeros de posição em diferentes porcentagens. Isso ocorre porque há mais de uma possibilidade para o halogênio se posicionar, e uma prioridade do átomo de hidrogênio a ser substituído.

H ligado a C terciário > H ligado a C secundário > H ligado a C primário

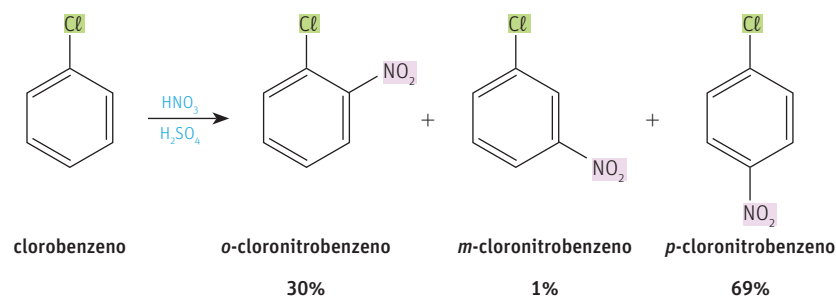
Exemplo



Os haletos de alquila também podem ser obtidos por adição de HX ou X_2 a alcenos. Lembre que o átomo de hidrogênio é adicionado ao átomo de carbono que contém o maior número de átomos de hidrogênio ligados. Veja os exemplos:

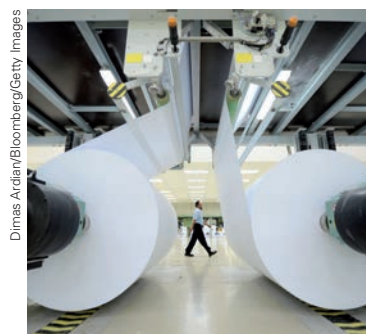


Os **haletos de arila** ($Ar - X$) também são obtidos por reação de substituição, porém através de um mecanismo diferente com participação de catalisadores adequados. Os haletos de arila participam de reações de substituição no anel aromático, direcionando a substituição de átomos de hidrogênio principalmente nas posições *orto* e *para*. Veja o exemplo:



A ligação $C - X$ é uma ligação covalente polarizada. Essa polaridade é diretamente correlacionada à eletronegatividade do halogênio ($F > Cl > Br > I$) e é quem governa a reatividade desses compostos.

Branqueamento do papel

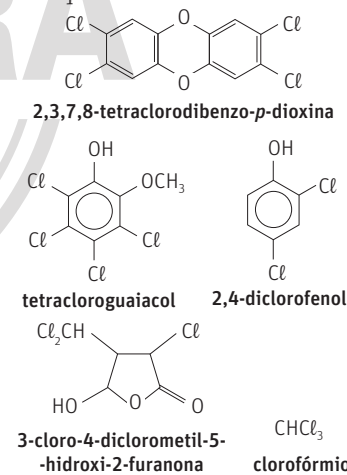


Rolos de papel produzidos em fábrica.

[...]

É nos estágios de branqueamento que se encontra um dos principais problemas ambientais causados pelas indústrias de celulose. Reagentes como cloro e hipoclorito de sódio reagem com a lignina residual, levando à formação de compostos organoclorados.

Abaixo encontram-se alguns compostos organoclorados que podem ser formados durante o branqueamento da celulose.



Esses compostos não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar a alterações genéticas. Legislações ambientais mais severas e pressões dos mercados consumidores de celulose, especialmente do mercado internacional, têm incentivado a busca de alternativas para a solução desse problema. [...]

SANTOS, C. P. e cols. Papel: como se fabrica? *Química Nova na Escola*, n. 14, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a01.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2016.

Compostos sulfurados

Enxofre e oxigênio estão no mesmo grupo da tabela periódica e apresentam algumas propriedades químicas análogas. Ao substituir o oxigênio de compostos oxigenados pelo enxofre, temos os análogos sulfurados chamados de tiocompostos, como é o caso dos tióis (tioálcoois), tioéteres, tioésteres, tiocetonas e tiofenóis. Como exemplos de reações de compostos sulfurados, trataremos de reações que envolvem tióis e ácidos sulfônicos.

Tióis

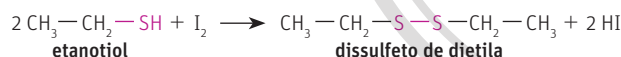
Os tioálcoois ou tióis possuem o grupo funcional $-SH$, denominado grupo tiol, sulfidril ou mercapto (do latim, *mercurium captans*), pela facilidade de precipitar o íon mercúrio. Esta é, inclusive, uma das causas de intoxicação por metais pesados em organismos vivos. Como o átomo de enxofre é menos eletronegativo que o átomo de oxigênio, os tióis são menos polares que os álcoois correspondentes.

Os tióis podem ser preparados a partir de haletos de alquila e excesso de hidrogenossulfeto de sódio ou através de álcoois e H_2S , na presença de catalisadores adequados.

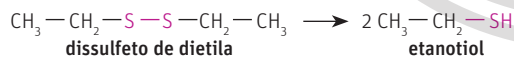


É possível promover a oxidação de tióis com halogênicos, obtendo-se dissulfetos ($-S-S-$), e estes podem ser novamente reduzidos a tióis em determinadas condições experimentais.

Oxidação:



Redução:



QUÍMICA E BIOLOGIA

Defesa antioxidante

Em sistemas aeróbicos, é essencial o equilíbrio entre agentes oxidorredutores [...] e o sistema de defesa antioxidante [...]. Para proteger-se, a célula possui um sistema de defesa que pode atuar em duas linhas. Uma delas atua como detoxificadora do agente antes que ele cause lesão. Esta linha é constituída por glutatona reduzida (GSH) [...] e vitamina E. A outra linha de defesa tem a função de reparar a lesão ocorrida, sendo constituída pelo ácido ascórbico [...] entre outros. [...]

A glutatona reduzida (GSH, L-g-glutamil-L-cisteinil-glicina) [...] é o tiol ($-SH$) mais abundante no meio intracelular. Sua capacidade redutora é determinada pelo grupamento $-SH$, presente na cisteína. A GSH pode ser considerada um dos agentes mais importantes do sistema de defesa antioxidante da célula, protegendo-a contra a lesão resultante da exposição a agentes como íons ferro, oxigênio hiperbárico, ozônio, radiação e luz ultravioleta.

[...]

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse. Revista Associação Médica Brasileira, São Paulo, v. 43, n. 1, jan./mar. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42301997000100014&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 abr. 2016.



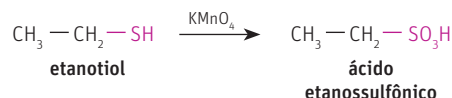
Alimentos contendo antioxidantes.

Paulo Ochandio/ID/BR

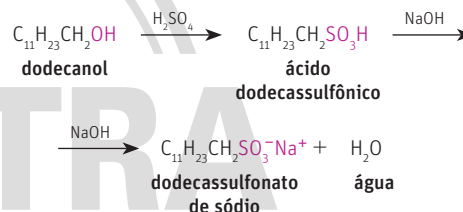
Várias proteínas e peptídeos apresentam grupos $-SH$ livres que podem formar ligações dissulfeto, muito importantes para manter a estrutura destas macromoléculas, como é o caso da insulina, apresentada na página 230.

Ácidos sulfônicos

É possível oxidar os tióis com agentes oxidantes fortes, como é o caso do permanganato de potássio ($KMnO_4$), produzindo ácidos sulfônicos, outro importante tipo de ácido orgânico que apresenta o grupo $-SO_3H$.



Os ácidos sulfônicos também podem ser obtidos através da reação de um álcool e ácido sulfúrico fumegante – ácido sulfúrico concentrado adicionado de cerca de 8% de $SO_3(g)$. Por seu caráter ácido, os ácidos sulfônicos reagem com bases formando os sais de ácido sulfônico.



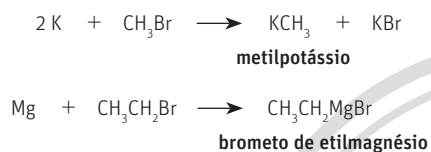
Esses sais são chamados de agentes surfactantes ou tensoativos, porque modificam as propriedades de uma interface (camada superficial que separa duas fases em contato). Essa propriedade está relacionada com a estrutura dos tensoativos que possuem na mesma molécula uma parte polar, solúvel em água, e uma parte não polar, insolúvel em água. Em razão dessa propriedade, eles são muito utilizados como detergentes.

Compostos organometálicos

O primeiro composto organometálico sintetizado foi o sal de Zeise ($K[PtCl_3(C_2H_4)] \cdot H_2O$), pelo químico William Christopher Zeise, em 1827, ao aquecer o tetracloreto de platina ($PtCl_4$) em etanol. O grande interesse pelos organometálicos deve-se ao fato de eles constituírem excelentes catalisadores e intermediários importantes em síntese orgânica. Eles podem ser sintetizados por meio de uma variada gama de procedimentos, dos quais apresentamos a seguir o exemplo mais comum.

Os compostos organometálicos podem ser preparados pela reação de metais com haletos de alquila, vinila ou arila. Nessas reações pode ocorrer a formação do composto organometálico ou de um haleto do organometálico.

Exemplos

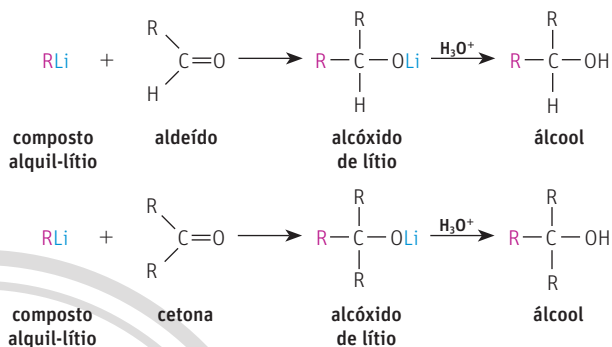


Observe que na segunda reação é formado um **reagente de Grignard**. Essas reações devem ser realizadas em solvente não aquoso. Isso é necessário para evitar a formação do hidróxido do metal, pois, quando o hidróxido formado é insolúvel, ele fica depositado na superfície do metal e impede a reação do metal com o haleto orgânico. Além disso, em solventes aquosos os compostos organometálicos são convertidos nos hidrocarbonetos correspondentes por transferência de prótons. Pela mesma razão, os compostos

organometálicos não podem ser produzidos a partir de haletos orgânicos contendo grupos doadores de prótons.

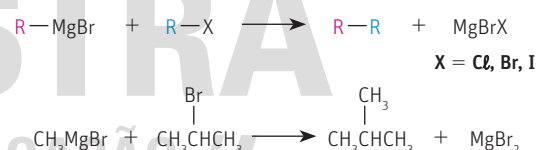
Compostos organometálicos são principalmente utilizados na preparação de alcoóis pela reação com aldeídos ou cetonas. Na reação com aldeídos são formados alcoóis secundários (exceto no caso do formaldeído, em que é formado um álcool primário) e na reação com cetonas são formados alcoóis terciários, após hidrólise do intermediário alcóxido.

Exemplos



Os reagentes de Grignard são muito utilizados em síntese orgânica na formação de ligações carbono-carbono pela reação com haletos orgânicos.

Exemplos



SAIBA MAIS

Contaminação por mercúrio

O primeiro desastre ambiental de repercussão mundial que expôs o risco eminente do mercúrio ocorreu por volta de 1953 na Baía de Minamata, sudoeste do Japão. Uma planta química [...] utilizava sulfato de mercúrio [...] e cloreto de mercúrio como catalisador [...], sendo que o metilmercúrio era um subproduto na síntese do acetaldeído. O metilmercúrio que era despejado no efluente contaminou a biota marinha e águas de sua vizinhança, chegando até a população através da ingestão de peixes e frutos do mar. A “Doença de Minamata” foi oficialmente descoberta em 1956, quando uma criança foi hospitalizada com mãos e pés paralisados [...]. A mortalidade foi de cerca de 20% e os sobreviventes ficaram permanentemente incapacitados. [...].

[...] Fazendo-se uma comparação do valor de LD_{50} (concentração que provoca a morte de 50% dos organismos expostos durante um tempo específico) para trutas, observa-se que para mercúrio orgânico e inorgânico os valores são 84 e 903 $mg \cdot L^{-1}$, respectivamente. No Brasil, estudos sobre a contaminação de



Memorial para as pessoas que morreram ou ficaram doentes pelo envenenamento por mercúrio em Minamata, Japão, 2007.

mercúrio em peixes da Amazônia mostram que o metilmercúrio corresponde a 90% da concentração total de Hg analisado e a dieta da maioria da população indígena e ribeirinha é constituída de peixe [...]. No entanto, o consumo de peixe por esta população é dez vezes menor que em Minamata, onde a concentração de mercúrio em peixes era de 2 a 10 vezes maior que as encontradas atualmente nos peixes mais contaminados da Amazônia. Todavia, estes últimos apresentam concentrações até 5 vezes as máximas permitidas em peixes para consumo humano ($0,04 mg \cdot kg^{-1}$). [...]

MICARONI, R. C. C. M.; BUENO, M. I. M. S.; JARDIM, W. F. Compostos de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. Revista Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 4, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2648.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

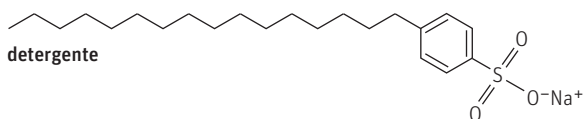
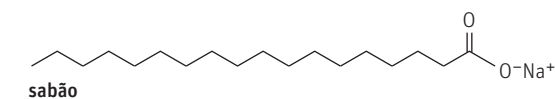
27. Alcenos isômeros podem reagir com ácido bromídrico (HBr) para a obtenção do 2-bromobutano, porém um deles apresenta maior rendimento nesse produto. Equacione a reação envolvendo cada um dos alcenos com HBr e justifique a diferença de rendimento apresentada nos processos.
28. Que substâncias serão obtidas na reação de monobromação do 2-metilbutano na presença de aquecimento ou luz?
- 2-bromo-3-metilbutano.
 - 2-bromo-3-metilbutano e 1-bromo-2-metilbutano.
 - 1-bromo-3-metilbutano e 2-bromo-3-metilbutano.
 - 1-bromo-3-metilbutano, 2-bromo-2-metilbutano e 2-bromo-3-metilbutano.
 - 1-bromo-2-metilbutano, 2-bromo-2-metilbutano, 2-bromo-3-metilbutano e 1-bromo-3-metilbutano.

29. O *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio representado abaixo



pode ser obtido pela:

- desidratação do ácido *p*-dodecilbenzenossulfônico, com formação de água.
 - hidrólise do ácido *p*-dodecilbenzenossulfônico, sem formação de água.
 - perda de íons hidroxila do ácido *p*-dodecilbenzenossulfônico, com formação de hidróxido de sódio.
 - neutralização do ácido *p*-dodecilbenzenossulfônico usando hidróxido de sódio, com formação de água.
 - substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido *p*-dodecilbenzenossulfônico, sem formação de água.
30. Analise as estruturas abaixo e assinale a alternativa incorreta.



- Os sabões são produzidos pela neutralização de um ácido carboxílico pelo hidróxido de sódio.
- Os detergentes são produzidos pela neutralização de um ácido sulfônico pelo hidróxido de sódio.

- A parte apolar dos sabões e detergentes tem maior afinidade com a água.
- A gordura interage com maior afinidade com a parte apolar dos sabões e detergentes.
- Tanto sabões quanto detergentes atuam na limpeza por meio da formação de micelas.

31. Dissulfetos podem ser obtidos pela dimerização de duas moléculas de tiol. Escreva a equação que representa a obtenção do dissulfeto de metila e forneça a fórmula estrutural do seu isômero de função.

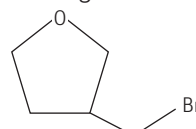
32. Foi solicitado a um técnico de laboratório que sintetizasse certa quantidade de 2-metilpentan-2-ol. Ao planejar a síntese, o técnico decidiu utilizar um reagente de Grignard e um determinado composto carbonílico. Descreva por meio de reações químicas as etapas necessárias para a síntese do 2-metilpentan-2-ol utilizando esses reagentes.

33. Equacione a reação entre um reagente de Grignard adequado e um composto carbonílico para a formação do heptan-3-ol. Em seguida, equacione a reação de obtenção desse reagente de Grignard a partir do haleto de alquila adequado.

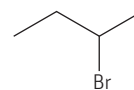
34. Os compostos de Grignard são muito úteis na preparação de alcoóis a partir de cetonas ou aldeídos. Entretanto, eles também reagem com aminas e ácidos carboxílicos, conforme representado nas equações químicas abaixo:



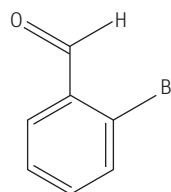
Assim, para preparar um composto de Grignard, é preciso escolher corretamente o haleto orgânico que vai reagir com o magnésio metálico. Entre os quatro compostos representados abaixo, indique quais deles são adequados para preparar compostos de Grignard.



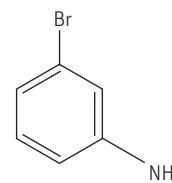
I



III



II



IV

Atividade experimental

Uso da ureia no crescimento e desenvolvimento de vegetais

Objetivo

Verificar o uso da ureia – fonte de nitrogênio em fertilizantes químicos – no crescimento e desenvolvimento de plantas.



Resíduos

A terra e a areia podem ser armazenadas em frascos rotulados e utilizadas em outras atividades. A solução de ureia pode ser descartada na pia.

Cultivo de mudas de tomate na Estação Espacial Internacional.

Material

- 4 béqueres de 100 mL
- proveta de 100 mL
- colher (de café)
- ureia agrícola
- sementes de alpiste
- areia e terra vegetal não adubada

Procedimento

1. Em um béquer de 100 mL, adicione uma colher de ureia agrícola e 100 mL de água de torneira. Agite a amostra até obter uma solução o mais homogênea possível.
2. Pegue três béqueres de 100 mL e numere-os (1, 2 e 3). No primeiro béquer, adicione areia e, no segundo e no terceiro, terra vegetal. Em cada um dos béqueres, enterre algumas sementes de alpiste e, em seguida, adicione aos béqueres 1 e 2 aproximadamente 10 mL da solução aquosa de ureia agrícola. Realize o procedimento de regar as sementes duas vezes por semana com água de torneira.

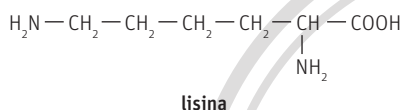
Análise e discuta

1. Construa uma tabela com os números dos béqueres e o tempo necessário para a germinação das sementes de alpiste e preencha com os dados que forem observados.
2. Proponha uma explicação que justifique os diferentes tempos de germinação das sementes de alpiste.
3. É possível verificar se todas as sementes germinaram? Caso isso não tenha ocorrido, proponha explicações para esse fato.
4. Quais são as condições do experimento que podem variar em cada uma de suas realizações? É importante controlar essas condições? Por quê?
5. É possível criar as condições do nosso experimento em uma estação espacial, a fim de produzir vegetais para as refeições dos astronautas? Seria necessário levar da Terra ureia agrícola para o crescimento das plantas ou existe outra fonte de ureia disponível na nave espacial?

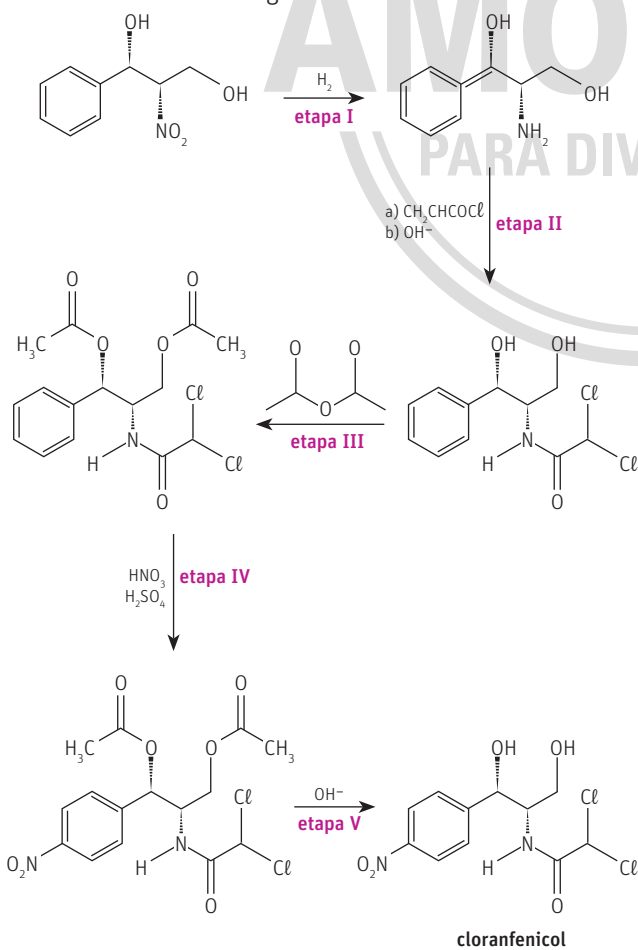
Béquer	Tempo de germinação
1	
2	
3	

35. Em uma aula de laboratório, o professor forneceu aos alunos um frasco contendo uma solução de amônia (NH_3), outro contendo clorometano (CH_3Cl) e um último com cloreto de metanoíla (HCOCl). Na sequência, ele pediu aos alunos que sintetizassem uma amina primária e uma amida monossubstituída. Equacione as reações.

36. A quantidade do aminoácido lisina em proteínas de origem vegetal é geralmente baixa. Considerando que esse é um aminoácido essencial para os seres humanos, sua deficiência representa um problema nutricional significativo, particularmente nas áreas onde o suprimento de proteína de origem animal é limitado devido a razões econômicas, entre outras. Baseando-se na estrutura da lisina apresentada abaixo, explique por que esse aminoácido pode participar de reações ácido-base quando está presente em proteínas.



37. Considere a rota de síntese do antibiótico cloranfenicol indicada a seguir.

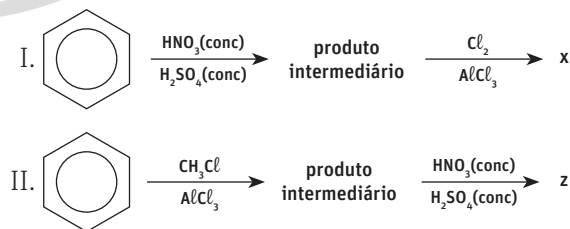


- Identifique a etapa em que ocorre uma reação de nitração.
- Identifique a etapa em que ocorre a produção de uma amina secundária.
- Identifique a etapa em que ocorre a redução de um grupo nitro a um grupo amina.
- Dê o número de isômeros ópticos que o cloranfenicol apresenta e justifique.

38. O prêmio Nobel de Química de 1912 foi dado a François Auguste Victor Grignard pela preparação dos “compostos de Grignard”. Para prepará-los, faz-se a reação entre um haleto de alquila ou haleto de arila com o metal magnésio, utilizando-se éter como solvente. Os compostos de Grignard reagem com aldeídos e cetonas, sendo utilizados na preparação de alcoóis. Equacione o método de obtenção do 1-fenilpropan-1-ol a partir do benzeno, tendo disponíveis: bromo (Br_2), magnésio metálico, propanal, catalisador, éter e água. Sua resposta deve incluir 3 equações:

- Obtenção do haleto orgânico na presença do catalisador.
- Obtenção do reagente de Grignard.
- Obtenção do 1-fenilpropan-1-ol a partir do composto de Grignard.

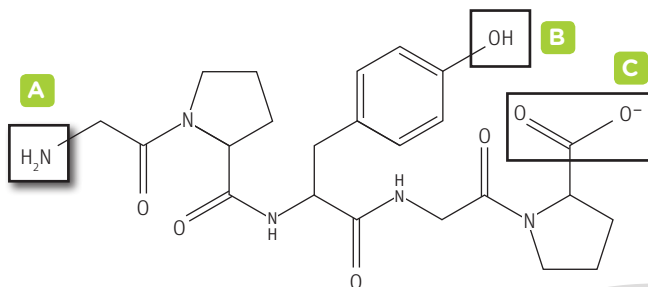
39. Grupos ligados ao anel benzênico interferem na sua reatividade. Alguns grupos tornam as posições orto e para mais reativas para reações de substituição e são chamados orto e para dirigentes, enquanto outros grupos tornam a posição meta mais reativa, sendo chamados de meta dirigentes. As rotas sintéticas I e II representadas abaixo foram realizadas com o objetivo de sintetizar as substâncias X e Z, respectivamente.



Dê o nome dos benzenos dissubstituídos X e Z obtidos.

40. Uma estratégia importante no planejamento de sínteses orgânicas chama-se análise retrossintética. Em termos simples, essa estratégia consiste em decidir, a partir da análise da fórmula estrutural da substância que se quer sintetizar, quais reagentes devem ser utilizados e em qual sequência. Considerando as reações estudadas neste capítulo, equacione a obtenção do detergente *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio a partir do benzeno.

41. O colágeno é uma proteína fibrosa encontrada nos tecidos conjuntivos do corpo e contribui para a resistência e elasticidade das articulações, pele, cabelo e unhas. Analise a estrutura molecular do fragmento de molécula de colágeno abaixo e identifique os grupos funcionais destacados nos retângulos A, B e C.



42. Em 26 de outubro de 2015, a Agência Internacional de Investigação sobre o Câncer (sigla em inglês, IARC) e a agência sobre câncer da Organização Mundial da Saúde (OMS) informaram os resultados de estudos sobre a avaliação da carcinogenicidade do consumo de carne vermelha e carne processada.

Após uma extensa revisão da literatura científica, um grupo de trabalho com 22 especialistas de 10 países, convocados pelo Programa de Monografias da IARC, classificou o consumo desse tipo de alimento como provavelmente carcinógeno para os humanos. Esta associação foi observada principalmente no câncer de colo retal, mas também foi vista no câncer de pâncreas e próstata.

Os especialistas concluíram que o consumo diário de 50 gramas de carne processada pode aumentar o risco de câncer de colo retal em 18%.

- Faça uma pesquisa e responda: O que é carne processada? Quais tipos de carnes processadas você conhece? Você faz um consumo frequente desse tipo de alimento?
- Um conservante muito comum utilizado em carnes processadas é o nitrito de sódio (NaNO_2). Em contato com o suco gástrico presente no estômago, ele produz o ácido nitroso (HNO_2), que reage com aminas secundárias. O que são aminas secundárias? Onde elas podem ser encontradas?

Leia o texto a seguir para responder às questões.

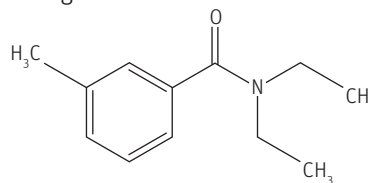
Há pressão da sociedade e da mídia em relação ao corpo padrão, contribuindo para o aumento no uso de suplementos e anabolizantes. Jovens fisicamente ativos são os usuários mais frequentes de suplementos e podem enfrentar riscos. A maioria dos jovens acredita que os suplementos são eficazes. Estudos mostram que os jovens estão preocupados com a

aparência física e com o peso, o que os leva a treinar por razões estéticas, ao invés do desempenho físico. O atendimento nutricional em academias revela consumo indiscriminado (pouco documentado) de suplementos por praticantes de exercício. Além disso, percebe-se a resistência dos jovens às orientações sobre alimentação de profissionais não nutricionistas, estando mais propensos a ceder ao apelo do *marketing* e à pressão da mídia por um corpo esteticamente inatingível a curto prazo, tornando-os vulneráveis à orientação de colegas e treinadores, quase sempre despreparados.

A potência e a pureza dos agentes nutricionais não são conhecidas e ainda não há informações suficientes sobre os efeitos a longo prazo; mesmo assim, o uso de suplementos é popular, a ponto de atrair a atenção de especialistas e sociedades científicas.

HIRSCHBRUCH, Marcia Daskal; FISBERG, Mauro; MOCHIZUKI, Luis. Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo, *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 14, n. 6, nov./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v14n6/a13v14n6.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

- Atualmente, são oferecidos no mercado brasileiro diversos suplementos à base de aminoácidos. Em sua opinião, há algum risco relacionado ao consumo dessas substâncias?
- Discuta os riscos do consumo de substâncias como as citadas no texto.
- Existe alguma situação em que o consumo de suplementos alimentares deve ser prescrito? A quem cabe fazer essa prescrição?
- Em 2015 houve um surto de zika, doença transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*. Numerosos casos de microcefalia foram associados à ocorrência do zika vírus. Com isso, muitas gestantes recorreram ao uso de repelentes para tentar se proteger das picadas do mosquito transmissor. Os repelentes recomendados como seguro para as gestantes eram os que tinham na sua composição o DEET. Observe a estrutura desse composto e responda às questões a seguir.



- Seguindo o mecanismo de reação proposto na página 226, proponha quais devem ser os prováveis produtos que dão origem ao DEET.
- Além do uso de repelentes, que outras medidas devem ser adotadas para a prevenção da proliferação do mosquito transmissor?

Novos problemas, novos materiais

Há dezenas de milhares de anos a humanidade começou a transformar o mundo ao seu redor quando conseguiu usar a seu favor os materiais encontrados na natureza. Utilizavam-se pedaços de ossos, madeira e pedras lascadas para construir os primeiros instrumentos rudimentares. Nascia, assim, a tecnologia para ajudar a solucionar as dificuldades.

Com a descoberta de como produzir e controlar o fogo, foi possível utilizá-lo para cozinhar os alimentos e ter uma fonte de calor e luz nas noites frias e escuras. [...] Posteriormente, o [ser humano] dominou a fusão do ferro, elemento muito abundante na crosta terrestre.

A utilização dos metais revolucionou a humanidade, pois permitiu desde a construção de arados metálicos, mais eficientes para preparar a terra para o plantio, até o desenvolvimento de armas mais fortes e letais, como espadas e lanças.

[...]

A criação de novos materiais que possam atender as nossas necessidades, tanto do ponto de vista do desenvolvimento de novas tecnologias, como também para substituir outros na tentativa de baratear e melhorar as suas aplicações, é uma busca constante.

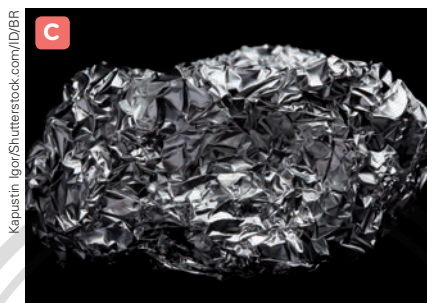
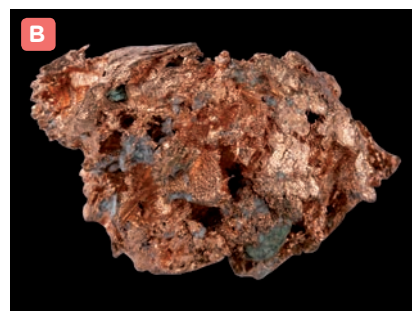
[...]

Dentre as propriedades de materiais construídos artificialmente, destacam-se as magnéticas. A principal aplicação dessas propriedades é a gravação magnética. Praticamente todas as informações que existem estão estocadas magneticamente nos milhões de computadores e nos grandes servidores de internet.

[...]

Um dos grandes desafios tecnológicos do momento em relação aos materiais magnéticos é o desenvolvimento de

OLIVEIRA, Adilson de. Novos problemas, novos materiais. *Ciência Hoje On line*, 28 jun. 2013. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-semester/novos-problemas-novos-materiais/?searchterm=Novos%20problemas,%20novos%20materiais>>. Acesso em: 15 abr. 2016.



Materiais como madeira (A), cobre (B), alumínio (C) e terras raras (D) foram utilizados ao longo do desenvolvimento da sociedade humana.

compostos alternativos para a obtenção de ímãs de alta magnetização. Os ímãs feitos de ligas de terras-raras [neodímio]-ferro-boro ou samário-cobalto-boro, por exemplo, apresentam altos valores de magnetização e seu uso é fundamental em sensores ou dispositivos ativos, como chaves magnéticas e geradores elétricos.

[...]

Contudo, as maiores reservas desses metais raros estão na China e o preço deles vem aumentando nos últimos anos, o que dificulta o seu uso. Surge, então, o desafio de encontrar uma alternativa a esses materiais – que ainda não foi completamente desenvolvida.

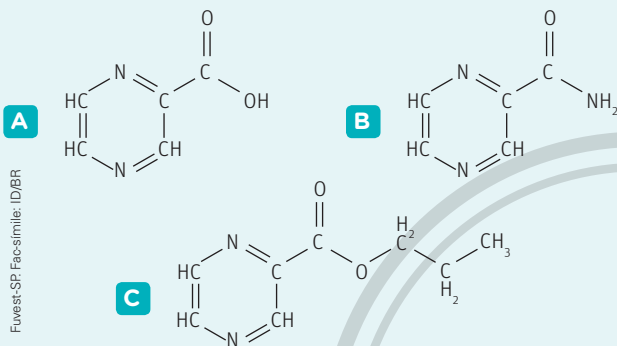
[...]

Novas tecnologias sempre necessitam de novos materiais com novas propriedades e a capacidade de encontrar soluções para esses problemas é o que impulsiona o desenvolvimento científico e tecnológico. [...]

PARA DISCUTIR

1. A matéria-prima utilizada atualmente para produzir os ímãs de alta magnetização está se tornando mais cara a cada dia. Quais são as prováveis causas desse aumento de preço? Como isso afeta a produção dos ímãs de alta magnetização?
2. De acordo com o texto, qual a solução para o problema citado no item anterior?
3. Entre os numerosos materiais artificiais, qual o mais utilizado em nosso dia a dia? Quais os problemas causados pela popularização desse material?

47. (Fuvest-SP) A tuberculose voltou a ser um problema de saúde em todo o mundo, devido ao aparecimento de bacilos que sofreram mutação genética (mutantes) e que se revelaram resistentes à maioria dos medicamentos utilizados no tratamento da doença. Atualmente, há doentes infectados por bacilos mutantes e por bacilos não mutantes. Algumas substâncias (A, B e C) inibem o crescimento das culturas de bacilos não mutantes. Tais bacilos possuem uma enzima que transforma B em A e outra que transforma C em A. Acredita-se que A seja a substância responsável pela inibição do crescimento das culturas.



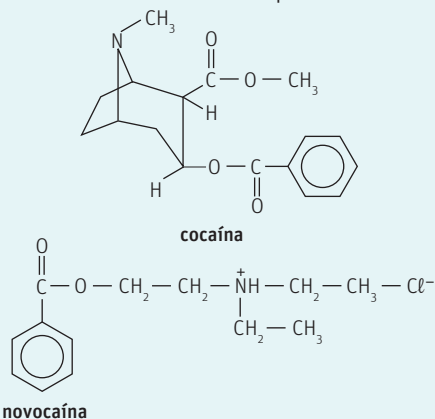
Fuvest-SP Fac-símile: ID/BR

O crescimento das culturas de bacilos mutantes é inibido por A ou C, mas não por B. Assim sendo, dentre as enzimas citadas, a que está ausente em tais bacilos deve ser a que transforma:

- ésteres em ácidos carboxílicos.
- amidas em ácidos carboxílicos.
- ésteres em amidas.
- amidas em cetonas.
- cetonas em ésteres

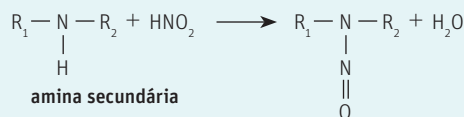
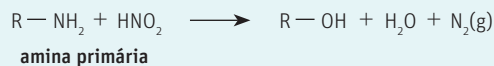
48. (Unifesp-SP) A cocaína foi o primeiro anestésico injetável, empregado desde o século XIX. Após se descobrir que o seu uso causava dependência física, novas substâncias foram sintetizadas para substituí-la, dentre elas a novocaína. A função orgânica oxigenada encontrada na estrutura da cocaína e o reagente químico que pode ser utilizado para converter o grupo amônio da novocaína da forma de sal para a forma de amina são, respectivamente:

Unifesp-SP Fac-símile: ID/BR

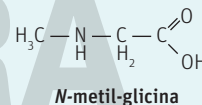
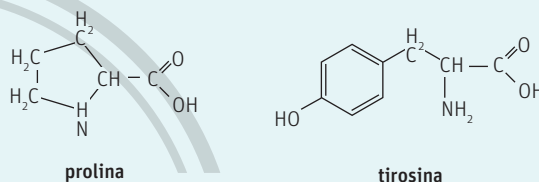


- éster e NaOH.
- éster e HCl.
- éster e H₂O.
- éter e HCl.
- éter e NaOH.

49. (Fuvest-SP) Aminas primárias e secundárias reagem diferentemente com o ácido nitroso:



a) A liberação de N₂(g), que se segue à adição de HNO₂, permite identificar qual dos seguintes aminoácidos?



Explique sua resposta.

Uma amostra de 1,78 g de certo α-aminoácido (isto é, um aminoácido no qual o grupo amino esteja ligado ao carbono vizinho ao grupo -CO₂H) foi tratada com HNO₂, provocando a liberação de nitrogênio gasoso. O gás foi recolhido e, a 25 °C e 1 atm, seu volume foi de 490 mL.

- Utilizando tais dados experimentais, calcule a massa molar desse α-aminoácido, considerando que 1 mol de α-aminoácido produz 1 mol de nitrogênio gasoso.
- Escreva a fórmula estrutural plana desse α-aminoácido, sabendo-se que, em sua estrutura, há um carbono assimétrico.

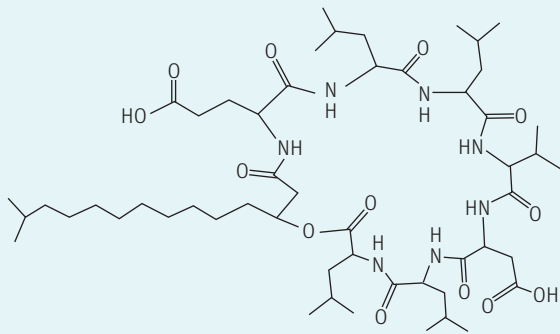
50. (UFF-RJ) Por meio da reação de butanona com cloreto de metilmagnésio (H₃C - MgCl), obtém-se o composto X que, por sua vez, em reação com a água, origina o composto denominado:

- 2-metil-2-butanol.
- 2-pentanona.
- pentanal.
- 3-metil-2-butanol.
- 2-pentanol.

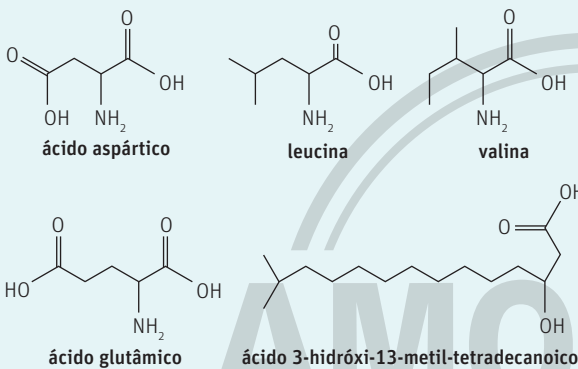
51. (Fuvest-SP) As surfactinas são compostos com atividade antiviral. A estrutura de uma surfactina é

Fuvest-SP Fac-símile: ID/BR

Fuvest-SP, Fac-símile, ID/BR



Os seguintes compostos participam da formação dessa substância:

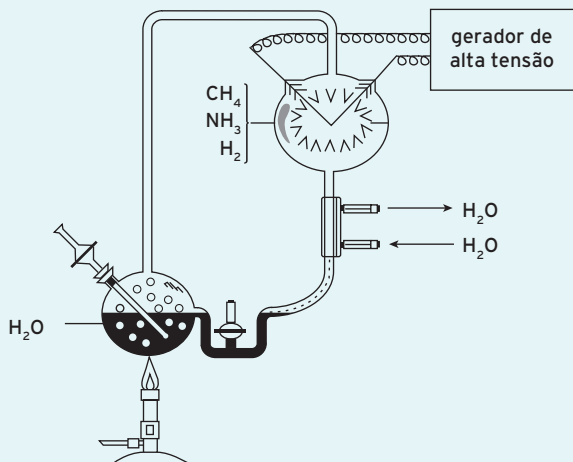


Na estrutura dessa surfactina, reconhecem-se ligações peptídicas. Na construção dessa estrutura, o ácido aspártico, a leucina e a valina teriam participado na proporção, em mols, respectivamente, de:

- a) 1 : 2 : 3 c) 2 : 2 : 2 e) 1 : 1 : 4
 b) 3 : 2 : 1 d) 1 : 4 : 1

52. (UFG-GO) Miller realizou, em 1953, um experimento para testar a hipótese de Oparin, o qual afirmou ser possível o surgimento de moléculas orgânicas complexas a partir de moléculas simples, simulando as condições da Terra primitiva, conforme o esquema a seguir.

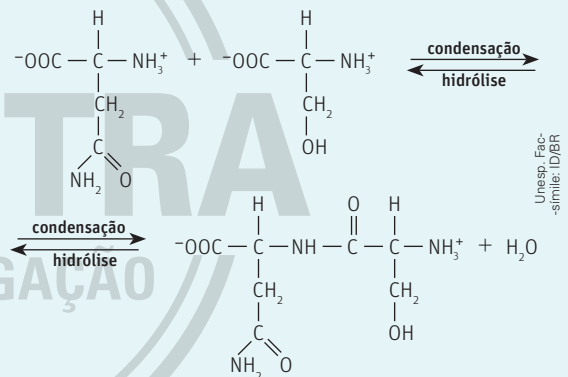
UFG-GO, Fac-símile, ID/BR



Qual dos excertos a seguir está relacionado ao experimento de Miller?

- a) Deus, quando quis fazer o homem, não foi buscar/ A argila de que o fez a um único lugar. (Raimundo Correia)
 b) – Faça-me o obséquio de trazer reunidos/ cloreto de sódio, água e albumina.../ Ah! Basta isto, porque isto é que origina/ A lágrima de todos os vencidos! (Augusto dos Anjos)
 c) Numa dança de fogo, envolta em gazes/ A desagregação tremenda que espedaça/ A matéria em energias materiais! (Vinicius de Moraes) (Obs.: gazes = tipo de tecido).
 d) O senhor Deus formou, pois, o homem do barro da terra, e inspirou-lhe nas narinas um sopro de vida e o homem se tornou um ser vivente. (Gênesis, 2, 4-7)
 e) Eu, filho do carbono e do amoníaco/ [...] Na frialdade inorgânica da terra! (Augusto dos Anjos).

53. (Unesp)



Unesp, Fac-símile, ID/BR

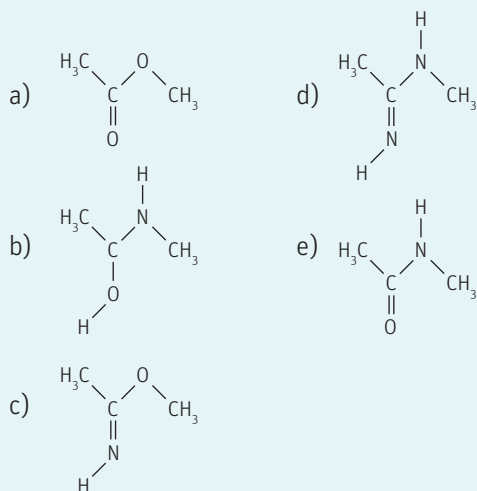
Excluindo as funções amina e ácido carboxílico, comuns a todos os aminoácidos, as demais funções presentes na molécula do dipeptídio são:

- a) álcool, éster e amida. d) amida e éster.
 b) éter e amida. e) álcool e amida.
 c) éter e éster.

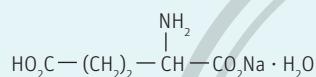
54. (UFPA) A única das aminas [representadas] abaixo que produz álcool ao reagir com HNO_2 é:

- a) d) $(\text{Me})_2\text{NH}$
 b) $(\text{Et})_3\text{N}$ e) $(\text{Me})_2\text{N-Et}$
 c) $i\text{Pr-NH}_2$
 (em que : Me = metil; Et = etil; iPr = isopropil)

55. (UFPE) A ligação peptídica é formada pela reação entre um ácido carboxílico e uma amina, liberando água. Qual das estruturas a seguir representa o produto orgânico da reação entre o ácido etanoico (ácido acético) e a metilamina?



56. (UEL-PR) O glutamato monossódico monoidratado, aditivo utilizado como reforçador de sabor em alimentos, tem a seguinte fórmula estrutural:



A análise dessa fórmula leva a concluir que esse aditivo:

- I. é insolúvel em água.
 II. apresenta átomo de carbono assimétrico.
 III. é sal derivado de aminoácido.

Dessas conclusões, somente:

- a) I é correta. d) I e II são corretas.
 b) II é correta. e) II e III são corretas.
 c) III é correta.

57. (UFF-RJ) A reação de Grignard é uma ferramenta importante na formação de ligações carbono-carbono. Trata-se de uma reação química organometálica em que haletos de alquil ou aril-magnésio (reagentes de Grignard) atuam como nucleófilos que reagem com átomos de carbono eletrofílico que estão presentes em grupos polares (por exemplo, em um grupo carbonila) para produzir uma ligação carbono-carbono.

Os alcoóis formados a partir da reação do brometo de etil magnésio com o formaldeído, acetaldeído e acetona são, respectivamente:

- a) etanol, propan-1-ol e pentan-2-ol.
 b) propan-1-ol, butan-2-ol e 2-metilbutan-2-ol.
 c) metanol, etanol e propan-2-ol.
 d) propan-2-ol, butan-2-ol e pentan-2-ol.
 e) etanol, propan-2-ol e 2-metilbutan-2-ol.

58. (PUC-MG) A adição de Br_2 ao 2-buteno fornece como produto:

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}_2\text{CH}_3$ c) $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
 b) $\text{CH}_3\text{CHBrCHBrCH}_3$ d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}_2$

59. (UEG-GO) Ao contrário das reações de adição ao anel aromático, as reações de substituição aromática dos hidrogênios são fáceis. Uma delas é a nitração do benzeno, que, na presença de ácido sulfúrico concentrado, pode gerar diversos produtos. Tendo como base a teoria da dirigência nos aromáticos, responda aos itens que seguem.

- a) Equacione a reação de nitração do metilbenzeno, apresentando os produtos majoritários.
 b) Dê o nome Iupac para os produtos formados acima.

60. (ITA-SP) Considere o composto aromático do tipo $\text{C}_6\text{H}_5\text{Y}$, em que Y representa um grupo funcional ligado ao anel.

Assinale a opção **errada** com relação ao(s) produto(s) preferencialmente formado(s) durante a reação de nitração deste tipo de composto nas condições experimentais apropriadas.

- a) Se Y representar o grupo $-\text{CH}_3$, o produto formado será o *m*-nitrotolueno.
 b) Se Y representar o grupo $-\text{COOH}$, o produto formado será o ácido *m*-nitrobenzoico.
 c) Se Y representar o grupo $-\text{NH}_2$, os produtos formados serão *o*-nitroanilina e *p*-nitroanilina.
 d) Se Y representar o grupo $-\text{NO}_2$, o produto formado será o 1,3-dinitrobenzeno.
 e) Se Y representar o grupo $-\text{OH}$, os produtos formados serão *o*-nitrofenol e *p*-nitrofenol.

Para explorar

Leia

O mesmo e o não mesmo, de Roald Hoffmann. Tradução de Roberto Leal Ferreira e prefácio de Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Editora da Unesp, 2007.

Agraciado com o prêmio Nobel, Roald Hoffmann apresenta a Química de forma simples e interessante, aproximando-a do público em geral.

Química de alimentos, de Eliana Paula Ribeiro e Elisena Seravalli. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

Este livro comenta os principais componentes dos alimentos (água, carboidratos, proteínas, lipídios, pigmentos e vitaminas). O texto abrange as principais reações e propriedades com base na estrutura química dos componentes alimentares.

Química de fármacos. Revista *Química Nova na Escola*, n. 3, maio 2001.

Este caderno temático apresenta aspectos da química dos fármacos desde as bases moleculares de sua ação, passando por quiralidade, síntese e obtenção de princípios ativos presentes nas plantas.

Desenvolvimento das tintas e seus aspectos toxicológicos

O primeiro uso das tintas de que se tem notícia está gravado nas paredes das grutas e cavernas na forma de pinturas rupestres, que os homínídeos no Período Paleolítico Superior criaram a partir de tintas feitas com misturas envolvendo terra, argila, ossos calcinados, óxidos inorgânicos, carvão vegetal, água e gordura.

Com o desenvolvimento de novas técnicas, surgiram outras formas de pintura, como a **têmpera** – que utiliza uma mistura de ovo ou caseína com substâncias coloridas; a **encáustica** – que faz uso de uma mistura de substâncias coloridas e cera

derretida; e os **afrescos** – em que materiais coloridos são diluídos em água e aplicados em superfícies recobertas com argamassa úmida.

Somente por volta de 1420 começou a se popularizar uma nova técnica de pintura: a **pintura a óleo**. Nessa técnica, misturas de substâncias coloridas são adicionadas ao óleo de linhaça e a um material volátil, como a **aguarrás** (também chamada de terebintina). Apesar de sua secagem ser mais lenta do que nas técnicas anteriores, a pintura a óleo permite ao artista fazer alterações e/ou correções durante o processo de secagem, como, por exemplo, a graduação de cores.

Até a Revolução Industrial, iniciada em meados do século XIX, e o advento da indústria química, cada artista era seu próprio fabricante de tintas e, em muitos casos, a formulação dela era mantida em sigilo.

A tinta é formada, basicamente, dos seguintes componentes: pigmento ou corante, veículo e solvente.

- Pigmento e corante são substâncias que, quando aplicadas a um material, lhe conferem cor. A principal diferença entre eles é que os pigmentos são insolúveis no veículo, enquanto os corantes são solúveis. Tanto os pigmentos quanto os corantes podem ser orgânicos ou inorgânicos, sintéticos ou naturais.
- O veículo, formado por óleos ou resinas (sintéticas ou naturais), é usado para dispersar os pigmentos ou dissolver os corantes. Quando um veículo entra em contato com o ar, ele seca e endurece. Essa ação transforma a tinta em uma película rígida que retém o pigmento sobre a superfície. Portanto, ele é responsável pela aderência e resistência química e física das tintas.
- O solvente ajusta a viscosidade da tinta, facilitando sua aplicação. Os solventes utilizados em tintas podem ser água ou algum composto orgânico. Entretanto, devido às características dos solventes orgânicos, em determinadas condições seu uso pode comprometer a saúde.



Museu Nacional de Arte Moderna, Centro Pompidou, Paris. Fotografia: The Bridgeman Art Library/Easyppx. AUTVIS, Brasil, 2016



Museo Archeologico Nazionale, Nápoles. Fotografia: De Agostini/Getty Images

À esquerda, obra de Giacomo Balla (1871-1958), *Mercúrio e Sol vistos através de um telescópio*, de 1914. Têmpera sobre tela, 138 cm x 99 cm. Museu Moderner Kunst, Viena, Áustria. À direita, afresco do século I de retrato de jovem conhecido por Safo, de Pompeia. Museu Arqueológico Nacional, Nápoles, Itália.



Museu de Arte Latino-Americana de Buenos Aires (Malba). Fotografia: ID/BR

Abaporu, obra de Tarsila do Amaral (1886-1973), de 1928. Óleo sobre tela, 85 cm x 73 cm. Museu de Arte Latino-Americana de Buenos Aires (Malba), Argentina.

Solventes orgânicos e toxicidade

As principais vias de introdução de agentes tóxicos no organismo são o trato gastrointestinal (ingestão), os pulmões (inalação) e a pele (absorção cutânea). A via de introdução pode influenciar na toxicidade da substância química. As substâncias químicas penetram no organismo pelas vias de exposição e em velocidades diferentes, dependendo de suas propriedades físico-químicas e das condições existentes na superfície de contato, como, por exemplo, a área, a permeabilidade e o fluxo sanguíneo. Assim, a intensidade do efeito tóxico e a rapidez da resposta em função da via de exposição apresentam a seguinte ordem decrescente de eficiência: endovenosa, respiratória, oral e cutânea.

Os solventes orgânicos, obtidos principalmente do refino do petróleo, possuem variável **lipofilicidade** (afinidade por gorduras) e **volatilidade** (facilidade em evaporar). Em geral, a lipofilicidade aumenta e a volatilidade diminui com o aumento da massa molecular.

Em substâncias altamente voláteis, a inalação é a principal forma de exposição, com pronta absorção pulmonar. Lembre-se de que o pulmão é o órgão responsável pelas trocas gasosas entre o ambiente e o sangue.

Com solventes orgânicos em estado líquido, outra via de exposição é por meio da pele.

O risco do uso de solventes orgânicos é bastante variável em função de suas propriedades físico-químicas. Por exemplo, os solventes de hidrocarboneto são altamente lipofílicos, ou seja, atravessam facilmente as membranas biológicas e acumulam-se no tecido adiposo. A natureza lipossolúvel dos solventes lhes confere afinidade pelo sistema nervoso central. Lembre-se de que muitas fibras nervosas são envolvidas por um estrato mielínico – estrutura constituída majoritariamente por lipídios, a qual tem por função aumentar a velocidade de transmissão dos impulsos nervosos.

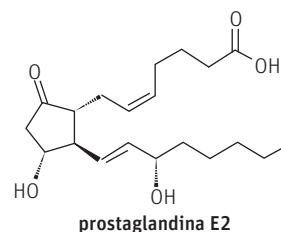
Os efeitos tóxicos dos solventes dependem, em geral, da quantidade absorvida pelo organismo, da frequência da exposição e da susceptibilidade individual.

Nos últimos anos os fabricantes de tintas têm feito altos investimentos na formulação de tintas mais sustentáveis. O objetivo é diminuir o uso de solventes orgânicos, os chamados COV (compostos orgânicos voláteis), com iniciativas tais como: substituição por água, aumento do teor de sólidos, desenvolvimento do sistema de cura (polimerização da resina) por luz ultravioleta no lugar da evaporação do solvente, entre outras.

Fontes de pesquisa disponíveis em: <<http://lct.nutes.ufrj.br/toxicologia/mlX.solv.htm>>; <<http://lct.nutes.ufrj.br/toxicologia/mlII.fase1.htm>>; <http://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos>. Acessos em: 15 abr. 2016.

ATIVIDADES

1. A FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) é um documento normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Este documento é obrigatório para a comercialização de produtos químicos. A FISPQ apresenta informações sobre vários aspectos dos produtos químicos, como aqueles relacionados à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente. Essa ficha também fornece dados sobre as propriedades físico-químicas, recomendações sobre medidas de proteção, toxicidade e ações em situação de emergência. Faça uma pesquisa sobre a toxicidade de dois solventes orgânicos comumente utilizados em tintas: a aguarrás e o tolueno.
2. Ao cessar a exposição, uma parte do solvente inalado é eliminada com a expiração; outra passa por uma série de transformações, normalmente no fígado, de maneira a gerar derivados hidrossolúveis do solvente que possam ser facilmente eliminados pela urina e pela bile. Pesquise sobre a metabolização do tolueno (metilbenzeno) no nosso organismo. Escreva as equações utilizando as fórmulas estruturais dos compostos envolvidos no processo.
3. Solventes orgânicos, quando em contato com a pele e mucosas, podem desencadear processos inflamatórios, os quais são mediados por moléculas conhecidas por prostaglandinas. Copie a fórmula ao lado em seu caderno e identifique os grupos funcionais presentes na molécula de prostaglandina E2.
4. Dentro de uma capela, em um laboratório de química, foram deixados abertos três recipientes iguais e que continham o mesmo volume de, respectivamente, água, etanol e éter dietílico. No dia seguinte, os volumes dos líquidos foram verificados. Formule uma hipótese sobre o que foi observado.
5. Pesquise o preço de tintas que utilizam como solvente a água (chamadas tintas base água) e das que utilizam compostos orgânicos (chamadas tinta base solvente). Em média, qual a diferença de preço entre essas tintas?



4

Polímeros

NESTA UNIDADE

- 12 Polímeros naturais e sintéticos
- 13 O ser humano e o meio ambiente

Os seres humanos convivem com polímeros desde sempre, uma vez que as proteínas, o DNA e os polissacarídeos que existem em nosso organismo são polímeros naturais. Os plásticos, borrachas, tintas e vernizes, que fazem parte do nosso dia a dia, são polímeros sintéticos.

O surgimento do plástico no século XX mudou a maneira como o ser humano se relaciona com a forma de embalar. Por muitos séculos a madeira foi usada como principal material de embalagem. No início do século XX, a indústria do papel levou a uma ampla utilização desse material. No entanto, a popularização do plástico fez com que ele seja utilizado em sacolas, embalagens de bebidas, na conservação de alimentos. Sua versatilidade de usos não foi o único fator de sua popularização, mas também seu baixo custo e sua alta durabilidade.

QUESTÕES PARA REFLETIR

1. Discuta sobre como a produção de novos materiais pode mudar hábitos.
2. Quais são os problemas causados ao meio ambiente pelos plásticos?

Imagem da página ao lado:

Diversos materiais de uso cotidiano são feitos com polímeros.



Polímeros naturais e sintéticos

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Monômeros e polímeros.

Tipos de polímeros.

Carboidratos.

Proteínas.



Exatção de látex de uma seringueira (*Hevea brasiliensis*).

A borracha natural é extraída das árvores de seringueira. O primeiro uso da borracha natural para fins práticos é atribuído a povos indígenas da bacia amazônica. Já a borracha sintética é obtida por meio do petróleo e foi produzida pela primeira vez na Alemanha, no início do século XX.

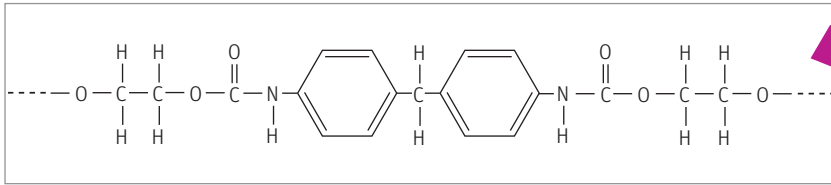
A borracha e os produtos dela derivados são tão comuns no nosso cotidiano que muitas vezes não nos damos conta de sua importância ou das vantagens que esse material apresenta em relação a outros. Dados divulgados pelo Ministério da Agricultura do Brasil estimam que o consumo global das borrachas natural e sintética atingirá a soma de 28 milhões de toneladas em 2020.

À medida que a economia mundial cresce, a demanda por produtos de borracha também aumenta. O descarte inadequado desses produtos, que levam até 450 anos para se decompor na natureza, causa sérios impactos ambientais. Além disso, no processo de produção de borracha sintética ocorre emissão de CO_2 , gás relacionado às causas do aquecimento global e mudanças climáticas.

Que outros objetos de borracha são usados quase que diariamente? Em sua opinião, é possível diferenciar os que são feitos de borracha natural dos que são constituídos por borracha sintética? A borracha, assim como outros plásticos, é um exemplo de polímero, assunto que vamos abordar neste capítulo.

Monômeros e polímeros

As proteínas, como as que constituem nossos músculos, a celulose dos vegetais e até o material genético dos seres vivos, possuem uma característica em comum: são moléculas muito grandes formadas pela união de unidades moleculares pequenas, os **monômeros**.



Julio Costa/Futura Press



Marcos Amend/Pulsar Imagens

Espumas de poliuretano de diferentes formatos e cores (A). Floresta Amazônica, Parque Estadual do Cristalino, Alta Floresta (MT), 2011 (B).

SAIBA MAIS

Riscos da queima de poliuretano

[...] o especialista em química forense e orgânica Miguel Dabdoub [...] garante que o envenenamento químico que matou os frequentadores da boate [Kiss, em Santa Maria (RS), em 27/01/2013] foi devido à ação de várias substâncias tóxicas formadas em decorrência da degradação térmica do poliuretano [...], que é a espuma utilizada no isolamento acústico da boate. [...]

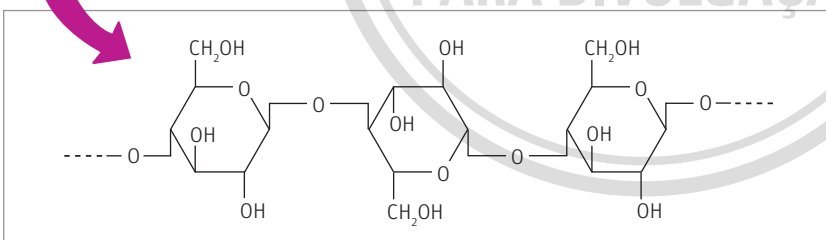
[O especialista] alerta que essas substâncias são muito mais letais que o próprio monóxido de carbono e a inalação, em determinadas concentrações, pode matar em [...] minutos.

[...] Para ele, nessa situação, os gases oferecem mais perigo que o próprio fogo. [...]

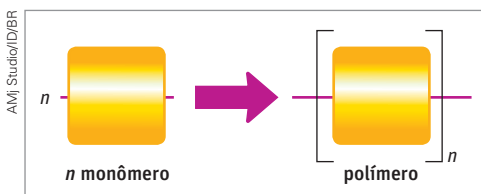
A tragédia, na opinião do especialista, pode aumentar ainda mais o número de vítimas. As sequelas da intoxicação podem surgir com o passar do tempo, levando ao aumento de internações nos hospitais [...].

STELLA, Rita. Professor da FFCLRP alerta para riscos da queima de poliuretano, 1^o fev. 2013. Disponível em: <<http://www5.usp.br/22161/professor-da-ffclrp-alerta-para-riscos-da-queima-de-poliuretano/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

Parte da estrutura molecular da celulose.



A união de muitas unidades de monômeros para formar uma molécula maior – a macromolécula – chama-se **polimerização**, e a molécula formada, **polímero**. Os monômeros das proteínas, da celulose e das moléculas de DNA são, respectivamente, os aminoácidos, a glicose e os ácidos nucleicos.



Representação de estrutura básica de um polímero. À esquerda está o monômero (que pode ser aminoácido, glicose ou ácido nucleico, por exemplo), e à direita, o respectivo polímero. A letra *n* indica que o monômero se repete várias vezes na estrutura do polímero. Imagem em cores-fantasia.

A celulose é um exemplo de molécula biológica, ou seja, produzida originalmente por organismos vivos. Por esse motivo, esse e outros polímeros são chamados de **naturais**.

Borracha

A borracha natural consiste em um hidrocarboneto elástico obtido das árvores da seringueira (*Hevea brasiliensis*). Cada árvore produz diariamente cerca de 30 gramas de uma seiva chamada látex, que pode ser coletada por meio de ranhuras em seu caule. Veja a imagem ao lado.

Esse polímero natural apresenta características que dificultam o seu uso mais amplo. Em temperaturas baixas, como nos dias frios, ela é quebradiça e, em temperaturas altas, como nos dias quentes, torna-se mole e pegajosa. No entanto, em 1839, Charles Goodyear inventou a **vulcanização**, que consiste no tratamento da borracha com enxofre. Durante esse processo, os átomos de enxofre formam ligações entre moléculas da borracha. Essa nova estrutura, além de mais resistente, não sofre modificações sob diferentes temperaturas.

A resistência adicional da borracha vulcanizada permitiu o seu uso em pneus de veículos de transporte.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Extração de látex em Xapuri (AC), 2008.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

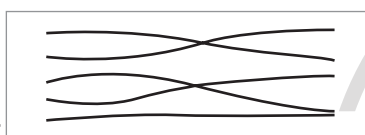
Charles Goodyear e a vulcanização da borracha

O jovem Goodyear ficou fascinado com a possibilidade de tornar a borracha imune às mudanças de temperatura [...]. Essa fascinação [...] devorou a saúde de Goodyear e as poucas riquezas que ele e sua família possuíam, entre 1830 e 1839. Durante esse período, Goodyear foi para a prisão de devedores por mais de uma vez; ficou na dependência de familiares para comida e abrigo [...]. Um de seus desastres foi vender ao governo uma grande remessa de malas de correio que haviam sido impregnadas com borracha para torná-las impermeáveis, mas elas se tornaram grudentas e deformes por causa da temperatura antes mesmo de sair da fábrica.

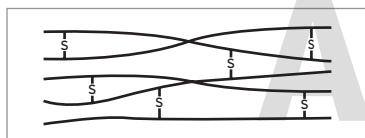
Depois de muitas tentativas [...] ele acidentalmente deixou que uma mistura de borracha e enxofre tocasse um fogão quente. Para sua surpresa, a borracha não derreteu, mas apenas queimou um pouco, como faria um pedaço de couro. Goodyear percebeu imediatamente a importância desse acidente. [...] Goodyear determinou a temperatura ideal e o tempo de aquecimento para estabilizar a borracha. Deu entrada ao patenteamento, [...] processo que ele denominou vulcanização [...].

Goodyear não viveu de maneira feliz mesmo depois de sua descoberta do processo de vulcanização. Ficou envolvido na defesa de sua patente e nunca se recuperou dos grandes débitos que contraiu antes de morrer em 1860.

ROBERTS, R. M. *Descobertas acidentais em ciências*. 2. ed. Trad. André O. Mattos. Campinas: Papirus, 2000.



Os fios pretos representam polímeros de borracha natural não vulcanizada. As cadeias de polímeros desse tipo de borracha podem deslizar umas sobre as outras.

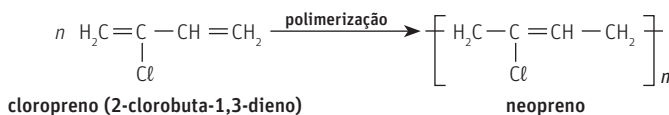


Os fios pretos ligados por átomos de enxofre (S) representam a borracha natural vulcanizada. O endurecimento da borracha ocorre devido às ligações que se formam entre os átomos de enxofre e as cadeias carbônicas do polímero.

A necessidade de produzir materiais mais adaptados às exigências da sociedade moderna culminou na síntese de polímeros artificiais ou **sintéticos**.

Um tipo de borracha que vem sendo cada vez mais usado é a borracha artificial, conhecida como SBR (do inglês *Styrene Butadiene Rubber*, isto é, “borracha de butadieno estireno”). Atualmente, os pneus dos automóveis são constituídos por porções iguais de borracha natural e sintética.

Em 1931, cientistas produziram uma borracha sintética mais resistente que a natural. Chamada de **neopreno**, ela é obtida por reação de polimerização do cloropreno (C_4H_5Cl).



Óleos e graxas causam deformações na borracha natural e podem destruí-la. Já o neopreno é resistente à gasolina e, por isso, utilizado em mangueiras de combustível. Outro emprego bem comum é na confecção de trajes térmicos de surfe, mergulho e outros esportes aquáticos.



Fernando José Vasconcelos Soares/Shutterstock.com/ID/BR

A roupa de neopreno, um excelente isolante térmico, protege os surfistas da água fria.

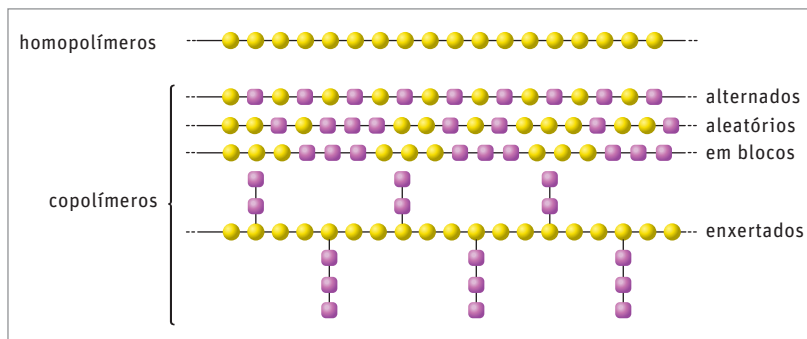
Tipos de polímeros

Homopolímeros e copolímeros

Além da classificação em natural e sintético, outro critério de classificação dos polímeros baseia-se nos tipos de monômero envolvidos em sua formação. Assim, são denominados **homopolímeros** aqueles obtidos de um único tipo de monômero, e **copolímeros** os obtidos de dois ou mais tipos de monômero.

Nos copolímeros, os monômeros podem se ligar formando padrões regulares ou irregulares. Por exemplo, de acordo com as condições em que a reação for realizada, dois monômeros diferentes podem se alternar regularmente ou se dispor ao acaso.

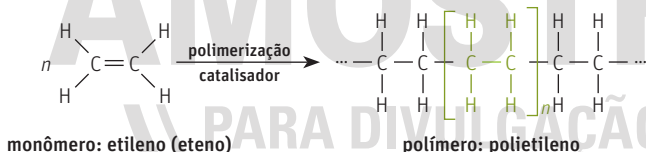
Blocos de um monômero também podem ser introduzidos em intervalos, em uma cadeia de outro monômero, ou podem ser inseridos como cadeias laterais, como se vê na representação acima.



Representação de exemplos de homopolímeros e copolímeros. Imagem em cores-fantasia e fora de escala.

Polímeros de adição

Polímeros de adição são macromoléculas resultantes da combinação de monômeros sem que haja perda de massa. São obtidos mediante reações de polimerização por adição, isto é, por meio da soma dos reagentes. Nesse tipo de reação, geralmente o monômero é formado por moléculas com átomos de carbono ligados por duplas-ligações, que, ao serem quebradas, permitem a união sucessiva das moléculas do monômero, gerando um único produto.



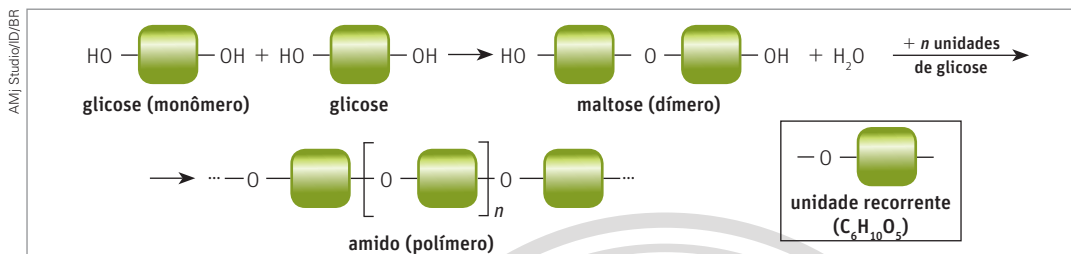
A formação do polietileno a partir do etileno é um exemplo de polimerização por adição. O polímero obtido é utilizado na fabricação de brinquedos, garrafas e sacolas plásticas. Veja outros polímeros de adição no quadro a seguir.

Monômero	Polímero	Usos típicos	Exemplo
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ cloroeteno (cloreto de vinila)	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ policloreto de vinila (PVC)	Tubos para encanamento, mangueiras, artigos de couro sintético, películas para embalar alimentos.	Tubos de PVC.
$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}$ - estireno	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$ poliestireno	Isopor, copos para bebidas, isolantes térmicos.	Utensílios descartáveis de poliestireno.
$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ tetrafluoroeteno	$\left[\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right]_n$ politetrafluoroeteno	Recobrimento antiaderente para utensílios de cozinha, fita veda-rosca para encanamentos.	Frigideira revestida com politetrafluoroeteno.

Polímeros de condensação

Um polímero é classificado como um polímero de condensação quando os monômeros, ao se unirem, liberam uma molécula pequena (comumente H_2O) ou quando o polímero formado contém na cadeia principal outras ligações que as do tipo $C-C$. Os polímeros de condensação podem ser constituídos de um único tipo de monômero (resultando em um homopolímero) ou de dois tipos diferentes (resultando em um copolímero).

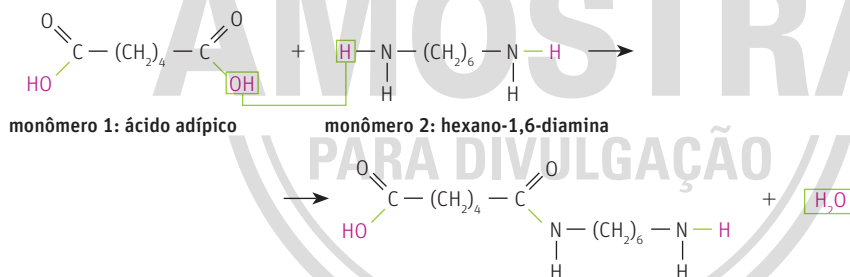
A formação do amido a partir de glicose exemplifica a reação de polimerização por condensação, com liberação de uma molécula pequena. Quando duas moléculas de glicose ($C_6H_{12}O_6$) se unem, forma-se a molécula de maltose e desprende-se água. A maltose pode continuar adicionando moléculas de glicose nas suas extremidades, originando o amido, que é o polímero.



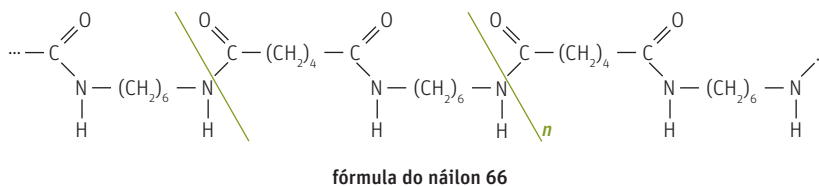
Representação da formação do amido a partir da glicose. Imagem em cores-fantasia e fora de escala.

Outro exemplo de polímero de condensação é o náilon, um copolímero sintético obtido pela polimerização do ácido hexanodioico (ácido adípico) e do hexano-1,6-diamina (hexametilenodiamina).

O grupo carboxila ($-COOH$) da extremidade da molécula de ácido adípico pode reagir com o grupo amina ($-NH_2$) da extremidade da molécula de hexano-1,6-diamina, liberando uma molécula de água.



Uma das extremidades da molécula formada possui um grupo amina ($-NH_2$), capaz de reagir com outra molécula de ácido adípico. A outra extremidade apresenta o grupo carboxila ($-COOH$), que pode unir-se a outra molécula de hexametilenodiamina. Assim, por meio de reações sucessivas é que se forma o polímero.



A criação do náilon teve grande repercussão, em virtude de esse polímero possuir propriedades semelhantes às da seda e de poder ser utilizado na fabricação de roupas, cordas, velcro e fios para sutura.




A importância da invenção foi tamanha que durante a primeira venda de meias de náilon realizada em Nova York, em 1940, foram comercializados quatro milhões de pares em algumas horas.

No entanto, com o início da Segunda Guerra Mundial, sua fabricação se voltou para aplicações militares – por exemplo, na confecção de paraquedas.



Náilon obtido pela reação do ácido adípico e da hexametilenodiamina, em um béquer. Vê-se aqui um bastão de vidro que, após mergulhado na mistura, é girado lentamente para que o polímero seja retirado.

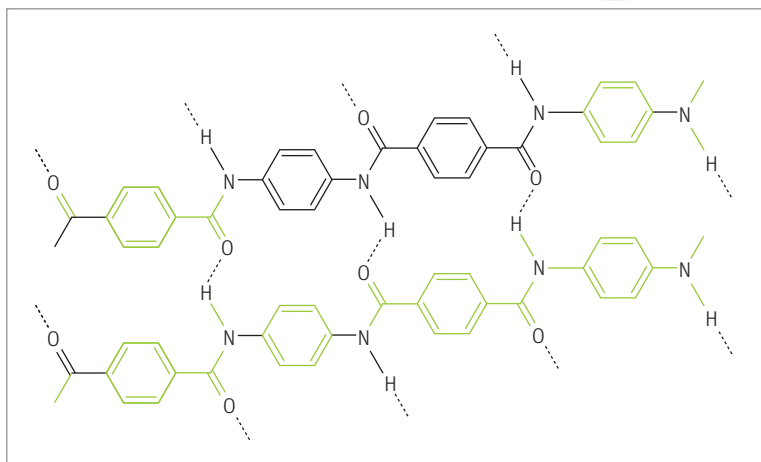
Charles D. Winters/Photo Researchers/Lainstok

Alguns polímeros de condensação			
Monômero	Polímero	Usos típicos	Exemplo
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO}-\text{Si}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>dimetilsilanolíol</p>	$\cdots -\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\cdots$ <p>polidimetilsilicóne</p>	Bicos de mamadeiras, próteses médicas, toucas de natação, colas selantes.	 <p>Prótese mamária de silicóne.</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{O} \end{array}$ <p>ácido tereftálico</p> <p>$\text{HO}-(\text{CH}_2)_2-\text{OH}$ etilenoglicol</p>	$\cdots -\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\cdots$ <p>polietileno tereftalato</p>	Fibras sintéticas para fabricação de roupas, recipientes plásticos.	 <p>Garrafas PET.</p>
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$ <p>fenol</p> <p>$\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ formaldeído</p>	$\cdots -\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{CH}_2-\cdots$ <p>baquelite</p>	Cabos de ferramentas, carapaça de eletrodomésticos, cabos de painéis, peças de automóveis.	 <p>Ferramentas com cabos de baquelite.</p>

SAIBA MAIS

Kevlar®

Kevlar® é uma fibra sintética de aramida, polímero resistente ao calor e sete vezes mais forte que o aço. Devido a essas propriedades, sua aplicação é bem ampla. É utilizado na fabricação de cintos de segurança, cordas, construções aeronáuticas, coletes e capacetes à prova de balas, além de raquetes de tênis.



Estrutura molecular do Kevlar®. As unidades de repetição desse polímero são amidas aromáticas. Os traços pontilhados representam as ligações de hidrogênio entre as cadeias poliméricas.



O Kevlar®, que pode assumir a forma de fios resistentes, é usado na fabricação de equipamentos de proteção, como os coletes à prova de balas.

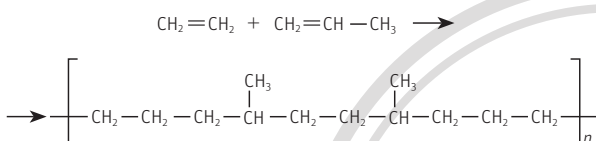
EXERCÍCIO RESOLVIDO

1. Considere as estruturas do polietileno e do *Kevlar*[®] apresentadas, respectivamente, nas páginas 251 e 253. Qual desses polímeros você espera que tenha maior temperatura de fusão? Justifique.

Resolução

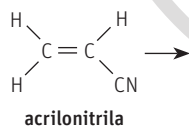
A temperatura de fusão depende, dentre outros fatores, das interações moleculares, as quais, por sua vez, dependem da estrutura da substância. O *Kevlar*[®] contém em sua estrutura química átomos de oxigênio e nitrogênio que são capazes de formar ligações de hidrogênio. Já no caso do polietileno, as interações que predominam são mais fracas (forças de London), geralmente, associadas a temperaturas de fusão mais baixas. O *Kevlar*[®], portanto, deve ter maior temperatura de fusão quando esta é comparada à do polietileno.

2. Em determinadas condições, o etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) e o propileno ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$) reagem formando o seguinte polímero.

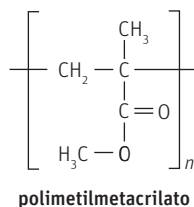


Classifique o produto dessa reação.

3. A poliacrilonitrila, obtida pela reação de polimerização da acrilonitrila (propenonitrila), é um polímero muito utilizado na indústria têxtil como fibra sintética. Complete a reação de polimerização abaixo, indicando o produto pela sua fórmula estrutural, com pelo menos três monômeros unidos. Em seguida, responda: Que tipo de polímero foi formado?



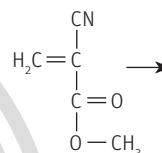
4. O polimetilmetacrilato é um polímero de adição utilizado para fabricar materiais moldados, janelas e globos para lâmpadas. Sua fórmula estrutural é:



Qual é a fórmula estrutural do monômero a partir do qual o polimetilmetacrilato é formado?

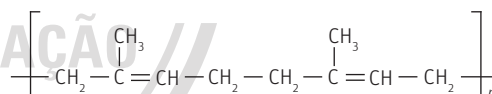
5. Algumas colas do tipo “cola-tudo” são polímeros sintetizados a partir do monômero cianoacrilato

de metila. Escreva em seu caderno a reação de polimerização abaixo, indicando o produto pela sua fórmula estrutural, com pelo menos três monômeros unidos.



cianoacrilato de metila

6. O látex obtido da seringueira, depois de escoado, origina a borracha natural, uma substância viscosa cuja fórmula estrutural é:

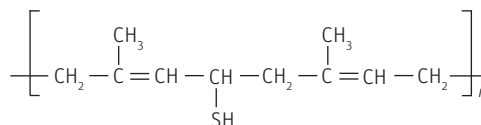


Indique a fórmula estrutural do monômero da borracha natural.

7. Nos dias mais frios, a borracha natural fica quebradiça e, nos dias mais quentes, mostra-se mais pegajosa. Para resolver esse problema, Charles Goodyear desenvolveu a vulcanização da borracha. Nesse processo, a massa viscosa obtida do látex é aquecida com enxofre, originando a borracha vulcanizada, que, além de suportar melhor as mudanças de temperatura, é bastante elástica e resistente a atritos.

As propriedades da borracha vulcanizada decorrem das ligações de enxofre entre duas ou mais cadeias poliméricas.

Dada a estrutura de uma cadeia polimérica vulcanizada, desenhe duas dessas cadeias unidas pelas ligações entre os átomos de enxofre.



Carboidratos

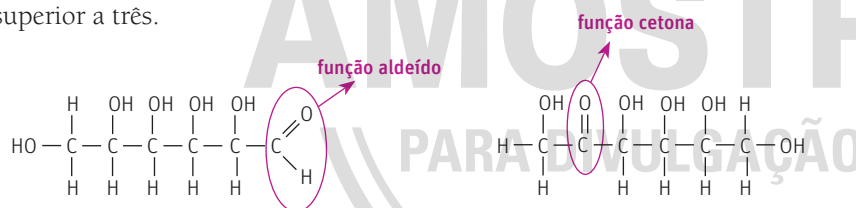
Atualmente, ouve-se com muita frequência a palavra “carboidrato”, sobretudo associada a dietas de emagrecimento. Nesse grupo de substâncias incluem-se os açúcares, que são reconhecidos popularmente pelo seu sabor doce. Todavia, nem todo carboidrato é doce. Por exemplo, o amido, carboidrato presente na farinha, não tem sabor adocicado. Portanto, ele é um carboidrato, mas não é açúcar.

A ingestão de uma quantidade inadequada de carboidratos é capaz de levar a alterações metabólicas e até ao aparecimento de doenças.

Quem ingere quantidade insuficiente de carboidratos sente fraqueza, dificuldade de raciocínio, apresenta queda no desempenho escolar e esportivo, pode sofrer tonturas e desmaios. No entanto, uma dieta rica em carboidratos resulta em obesidade e no aumento da probabilidade de desenvolver o *diabetes mellitus* do tipo 2.

Em uma dieta adequada, 50% da massa deve provir de carboidratos (principalmente aqueles encontrados em alimentos como arroz, feijão e massas de pão ou macarrão). Essa é a média recomendada por órgãos nacionais e internacionais, como a Organização Mundial de Saúde (OMS), de consumo diário para uma vida saudável. No entanto, indivíduos diabéticos, por exemplo, têm restrições a carboidratos na sua dieta. Somente profissionais da saúde qualificados, como nutricionistas e médicos, podem especificar a dieta mais adequada a cada pessoa, levando em conta sua condição de saúde, faixa etária, sexo, prática de alguma atividade física, etc.

Esse grupo de compostos contém as funções aldeído ou cetona, além de vários grupos hidroxila, e possui número de átomos de carbono igual ou superior a três.



SAIBA MAIS

Xilitol: adoçante empregado na produção de bebidas e alimentos

Ao empregar adoçantes na produção de bebidas e alimentos, as indústrias atualmente levam em conta a quantidade de calorias do edulcorante, a possibilidade de seu uso em dietas para redução ou controle de peso e o grau de semelhança entre o seu sabor e o do açúcar. Nesse sentido, um produto que vem atraindo a atenção dos fabricantes de bebidas e alimentos é o xilitol, adoçante que se destaca das demais substâncias do gênero, não só pelo fato de poder ser obtido por via biotecnológica, mas também por possuir importantes propriedades físico-químicas e fisiológicas. Graças a essas propriedades, o xilitol tem um grande potencial de aplicação nas áreas odontológica e médica, tendo-se mostrado eficaz no combate às cáries dentárias e no tratamento de outros males como diabetes, desordem no metabolismo de lipídeos e lesões renais e parenterais. Além disso, o xilitol previne infecções pulmonares, otite e osteoporose. Por todas essas razões, a incorporação do xilitol em dietas alimentares representa benefício tanto para os que necessitam de uma dieta controlada quanto para aqueles que, embora não tendo distúrbios metabólicos, preocupam-se com a saúde e com o bem-estar físico.

[...]

MUSSATTO, S. I.; ROBERTO, I. C. Xilitol: edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 38, n. 4, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-93322002000400003>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

AÇÃO E CIDADANIA

Diabetes



Jacques Loc/Opção Brasil/Imagens

Com uma lanceta, o dedo do paciente é furado e uma gota de sangue é colocada no glicosímetro para medir a concentração de glicose no sangue.

Entre os nutrientes absorvidos pelo organismo estão as moléculas de glicose, um tipo de açúcar. Nos indivíduos com a doença conhecida como diabetes, há pouca ou nenhuma produção do hormônio insulina (diabetes tipo I) ou há resistência à ação dele (diabetes tipo II). A insulina é responsável por facilitar a entrada de glicose nos tecidos.

A concentração de glicose no sangue é chamada **glicemia** e pode ser medida por um aparelho chamado glicosímetro. Glicemia muito elevada ou muito baixa pode causar mal-estar e prejudicar o organismo. Para realizar o diagnóstico, a pessoa precisa estar em jejum, isto porque após refeições é comum o aumento da glicemia. No entanto, com o passar do tempo e ação da insulina, a concentração de glicose tende a diminuir para níveis aceitáveis em indivíduos que não possuem diabetes.

Fazendo-se o monitoramento contínuo e seguindo corretamente as indicações médicas, os medicamentos, o plano alimentar e de exercícios, é possível manter a doença sob controle, prevenindo as complicações. O **Programa Saúde Não Tem Preço** do governo federal oferece acesso gratuito a medicamentos para diabetes desde 2011, mediante apresentação da receita médica e do documento de identidade.

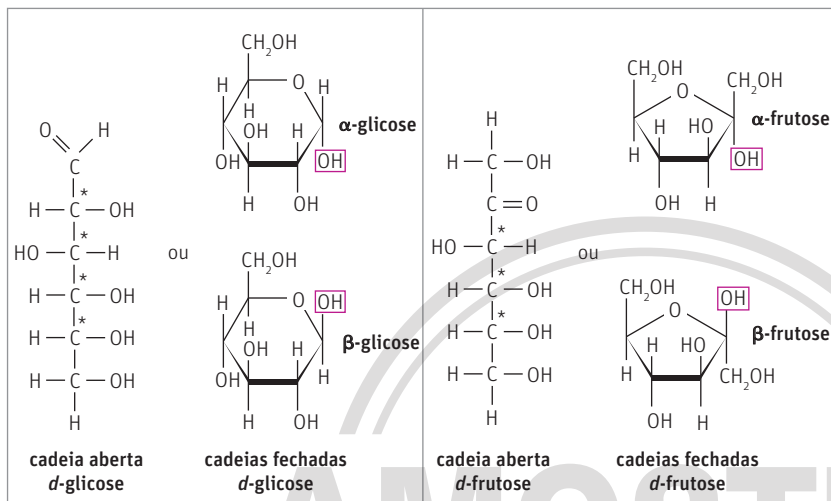
Fonte de pesquisa: Governo Federal. Portal Brasil. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2013/02/01/medicamentos-gratuitos-tambem-podem-ser-retirados-com-prescricao-de-medicos-particulares>>. Acessos em: 15 abr. 2016.

Monossacarídeos

Os **monossacarídeos** são o tipo mais simples de carboidrato e podem ser exemplificados pela glicose – encontrada no sangue dos mamíferos e nas massas – e a frutose – presente nas frutas.

Na natureza, as cadeias carbônicas dessas moléculas são encontradas tanto na forma aberta (acíclica ou alifática) quanto na fechada (cíclica).

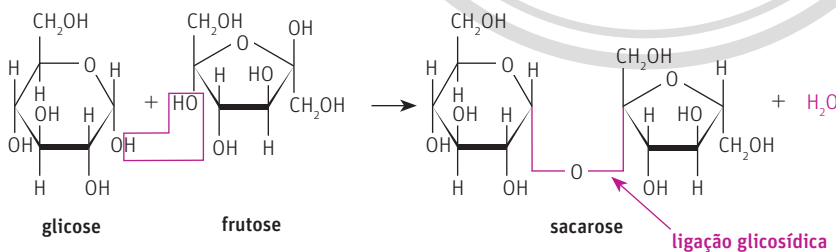
Em cadeia fechada, o grupo hidroxila – destacado em rosa na figura abaixo, define as estruturas alfa (α) ou beta (β). Quando a hidroxila está ligada para baixo, trata-se da estrutura α ; quando está para cima, é chamada de β .



Fórmulas estruturais da glicose e da frutose. Essas moléculas apresentam isomeria óptica (os átomos de carbono assimétricos estão marcados com um asterisco nas cadeias abertas). Os seres vivos sintetizam principalmente a forma *d*. Observe, nas cadeias abertas, que glicose e frutose são isômeros de função.

Dissacarídeos

Quando dois monossacarídeos reagem e se unem, eles formam o que chamamos de **dissacarídeo**. Essa ligação, denominada **glicosídica**, ocorre com a eliminação de uma molécula de água.



A sacarose é o açúcar presente na cana-de-açúcar. Depois de extraído e refinado, ele é vendido como açúcar comum. Dependendo dos tipos de monossacarídeo que reagem, formam-se diferentes dissacarídeos.

Monossacarídeos	Dissacarídeo	Fonte	
Glicose	Frutose	Sacarose	Cana-de-açúcar
Glicose	Glicose	Maltose	Malte
Glicose	Galactose	Lactose	Leite

Os polímeros contendo de duas até dez unidades de monossacarídeos são classificados como **oligossacarídeos**.

Você se lembra?

Isomeria

- Isômeros: substâncias diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular.
- Isomeria de função: isômeros que se diferenciam quanto aos grupos funcionais.
- Isomeria óptica: isômeros que diferem pelo tipo de desvio do plano da luz polarizada. Compostos opticamente ativos possuem ao menos um átomo de carbono assimétrico.

QUÍMICA E BIOLOGIA

Intolerância à lactose



George Delighny / Shutterstock.com / IDBR

Alimentos ricos em lactose.

Após consumir leite ou seus derivados, algumas pessoas podem sentir dor abdominal, náuseas, desconforto, diarreia e gases. Em geral, tais sintomas são percebidos como um simples mal-estar, típico de estômago sensível. Mas atenção: se o incômodo aparecer num período entre meia hora e duas horas após o consumo de laticínio, deve-se procurar auxílio médico, pois pode significar intolerância à lactose – uma rejeição do organismo ao leite e seus derivados.

Essa intolerância é resultado da falta da enzima lactase, produzida no intestino delgado, que tem a finalidade de decompor o açúcar do leite em carboidratos [monossacarídeos], para a sua melhor absorção.

[...] a presença de lactose no intestino grosso aumenta a retenção de água, podendo causar diarreia e cólicas.

[...]

Intolerância à lactose: cuidados com a alimentação. Disponível em: <<http://www2.einstein.br/EINSTEIN-SAUDE/NUTRICAOPaginas/intolerancia-a-lactose.asp>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

Polissacarídeos

Polissacarídeos são polímeros que contêm centenas ou até mesmo milhares de monômeros, geralmente glicose, em cadeias lineares (como na celulose) ou ramificadas (como no amido e no glicogênio).

Monossacarídeos		Polissacarídeo	Fonte
β -glicose	β -glicose	Celulose	Vegetais.
α -glicose	α -glicose	Amido	Arroz, milho, trigo, batata.
α -glicose	α -glicose	Glicogênio	Carne e fígado.

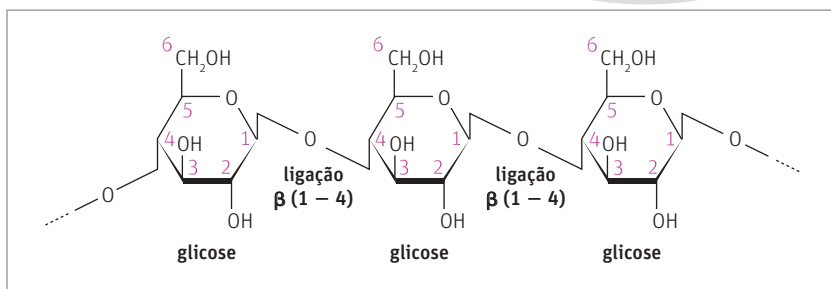
Celulose

A celulose é o principal constituinte da parede celular dos vegetais. A rigidez desse polissacarídeo, além de permitir que árvores alcancem muitos metros de altura, possibilita a utilização da madeira na produção de móveis, por exemplo. A celulose também é usada na produção de papel.



À esquerda, parte do processo de fabricação artesanal do papel reciclado. À direita, uma das etapas da fabricação industrial do papel, Jacareí (SP), 2012.

O ser humano não é capaz de digerir a celulose. Suas enzimas digestivas só reconhecem polímeros de glicose cujas moléculas são unidas por ligações glicosídicas alfa, ou seja, aquelas cujas moléculas de glicose dos monossacarídeos originais eram α -glicose. Como a celulose é sintetizada a partir da reação de condensação de unidades de β -glicose, não é possível digeri-la.



Representação de um trecho da cadeia linear da celulose formada por ligações glicosídicas beta entre as moléculas de glicose.

Entretanto, esse fato é muito benéfico ao nosso organismo, pois a celulose não digerida, além de servir de meio para o desenvolvimento de bactérias benéficas ao nosso corpo, ainda auxilia no processo de eliminação das fezes.

Toda a celulose que integra nossa dieta é classificada como fibra alimentar. Em virtude dos benefícios acima mencionados, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma ingestão de aproximadamente 15 g/dia.

SAIBA MAIS

Algodão



Algodoeiro com suas fibras de algodão, Campo Verde (MT), s. d.

O algodoeiro (*Gossypium* sp.) é uma planta que produz cápsulas cheias com fibras de algodão. Essas fibras contam com 98% de celulose em sua constituição e têm grande valor comercial.

O algodão é retirado da planta e separado de suas sementes. Em seguida, é compactado em fardos e suas fibras passam por tratamento a fim de se tornarem utilizáveis para a fabricação de tecidos.

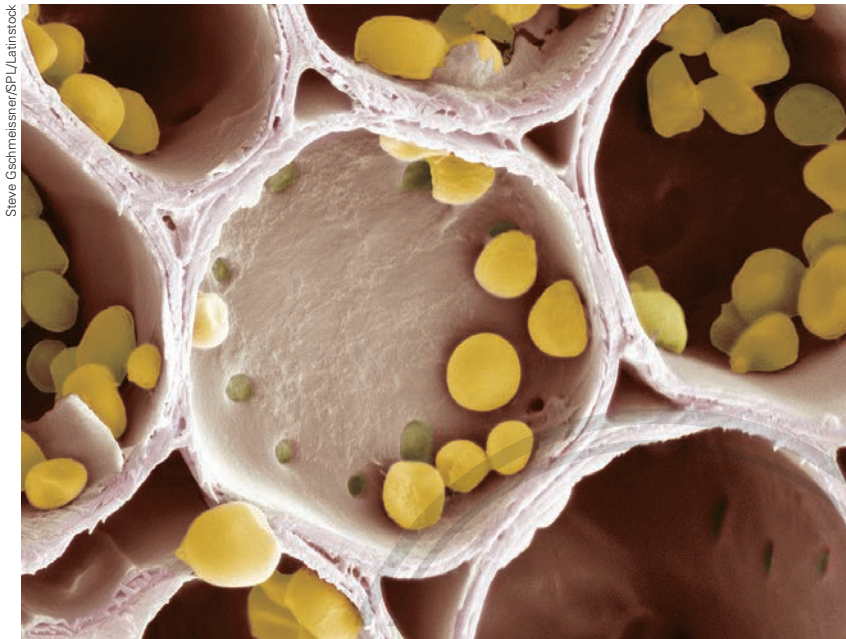
Tecidos à base de algodão são usados para confeccionar vestimentas, cortinas, tapetes, toalhas, sacarias e até estopas.



O algodão também é utilizado para fabricar materiais de higiene pessoal.

Amido

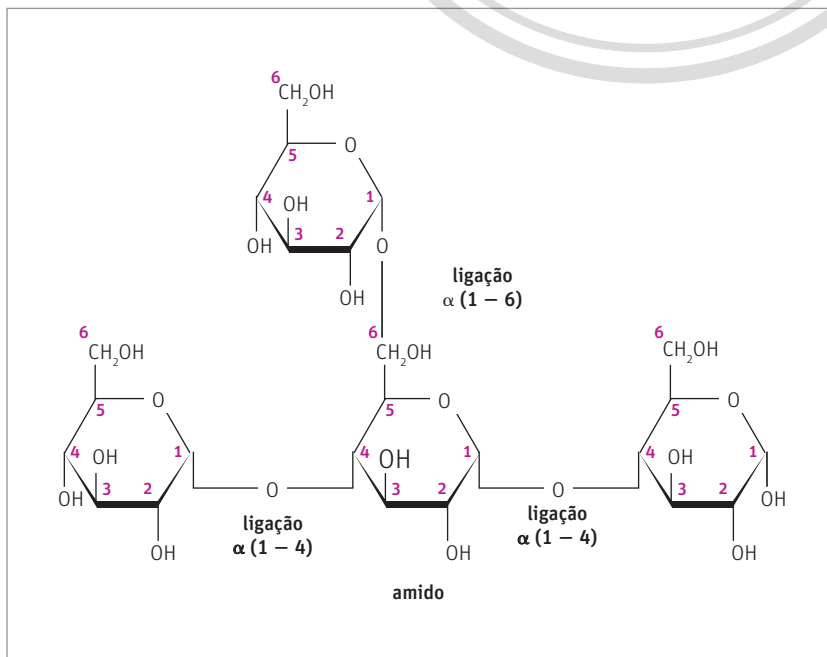
As plantas realizam fotossíntese. Nesse processo, gás carbônico e água, na presença de luz, são convertidos em glicose e oxigênio. Parte dessa glicose é transformada em amido e armazenada.



A micrografia eletrônica revela grãos de amido armazenados no interior de células vegetais. Imagem colorida artificialmente, ampliação de cerca de 560 vezes.

Muito abundante na nossa dieta, o amido é encontrado em cereais (milho, trigo, aveia, farelos), biscoitos, bolos, pães, massas, legumes e frutos (batata, mandioca, cebola, tomate, entre outros).

O amido também é um polímero de glicose, mas, diferentemente da celulose, seus monômeros estão unidos por ligações glicosídicas alfa, razão pela qual é reconhecido por nossas enzimas digestivas. Isso permite que sofra a digestão completa no organismo.



Representação de um trecho da cadeia de moléculas de glicose que formam o amido. A molécula desse polímero tem milhares de monômeros de glicose, unidos por ligações glicosídicas alfa, de maneira linear e ramificada.

SAIBA MAIS

Plástico biodegradável



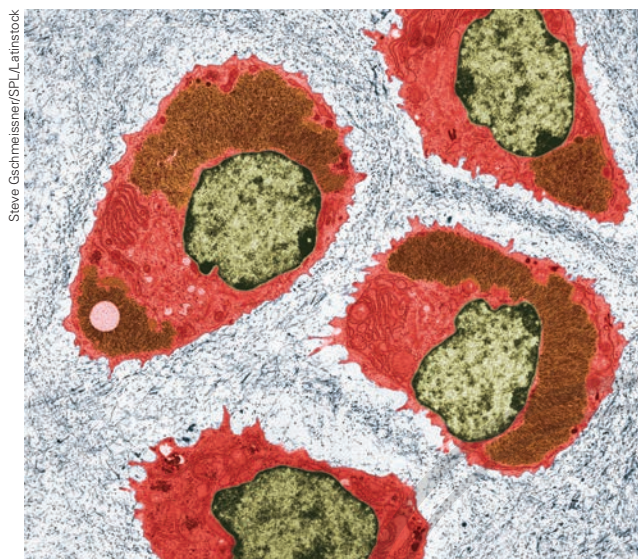
Embalagem de plástico biodegradável.

Os sacos de plástico, normalmente feitos de materiais derivados do petróleo, são tão resistentes à degradação que acabam permanecendo no meio ambiente por muitos anos. Esse aspecto negativo levou alguns fabricantes a realizar pesquisas com vistas a produzir um material biodegradável.

Chegou-se, com isso, a um tipo de plástico biodegradável fabricado à base de amido vegetal. Utilizando amido, como o de milho, os bioplásticos decompõem-se muito mais rapidamente do que os plásticos de petróleo e podem ser facilmente degradados em usinas de compostagem, do mesmo modo que outros produtos domésticos de origem vegetal.

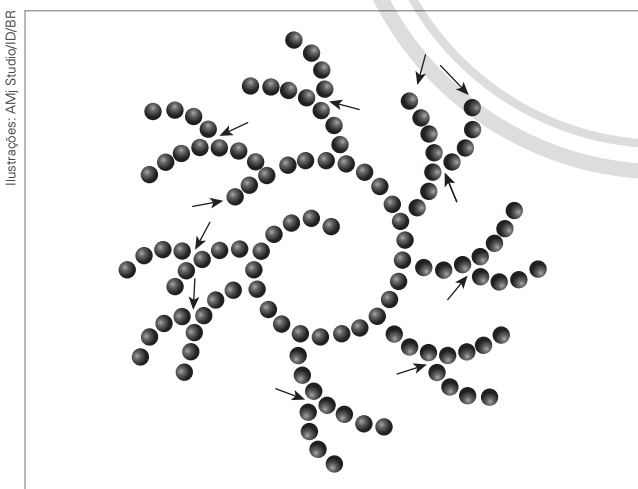
Glicogênio

As plantas produzem glicose pela fotossíntese e a armazenam em suas células. Os animais a obtêm através da alimentação e armazenam parte dela na forma de um polímero chamado **glicogênio**. No corpo humano, as reservas de glicogênio estão alojadas nas células dos músculos e do fígado.

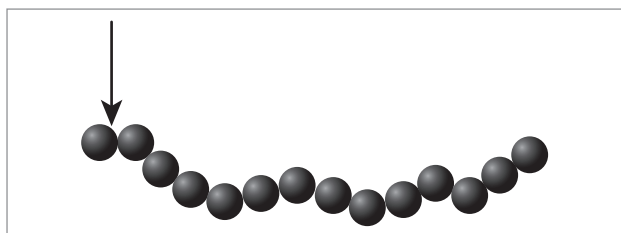


Micrografia eletrônica de transmissão de condrócitos da cartilagem nasal. O citoplasma das células aparece em vermelho e os vacúolos contendo glicogênio aparecem em marrom. Imagem artificialmente ampliada de cerca de 1 200 vezes.

A estrutura química do glicogênio é muito parecida com a do amido: apresenta ligações glicosídicas alfa e uma quantidade muito grande de ramificações. Essas ramificações ajudam na rápida oferta de glicose ao sangue. Quando o indivíduo se encontra em estado de hipoglicemia, suas enzimas de degradação de glicogênio atuam em todas as pontas livres da molécula, oferecendo glicose muito mais rapidamente do que conseguiria se a molécula fosse linear.



Polímero de glicose ramificado (o glicogênio, por exemplo). As esferas representam moléculas de glicose, e as setas, as regiões em que as enzimas costumam atacar a molécula. Observe nesse esquema que várias enzimas podem atuar ao mesmo tempo, agilizando a liberação das moléculas de glicose para o organismo.



Polímero de glicose linear (a celulose, por exemplo). Nessa estrutura, há menos glicose disponível para a enzima atuar e, por isso, a liberação de glicose é mais lenta.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Ciclo de Cori



Carl Cori (1896-1984) e Gerty Cori (1896-1957), s. d.

O casal de bioquímicos Carl e Gerty Cori, formados em Medicina pela Universidade de Praga (capital da República Tcheca), estudaram o metabolismo do glicogênio no corpo humano.

Carl e Gerty se mudaram para a América em 1922 e formaram uma equipe de pesquisa bioquímica. Seus trabalhos estavam voltados para a investigação dos processos bioquímicos envolvidos na conversão da glicose em glicogênio no corpo humano.

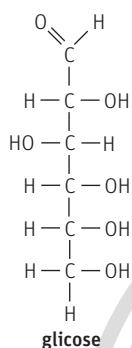
Eles também descreveram a reação reversa, na qual o glicogênio é convertido em glicose.

Seus estudos desvendaram o metabolismo do glicogênio. O conjunto de reações por meio do qual a glicose pode ser convertida em glicogênio, e vice-versa, ficou conhecido por **Ciclo de Cori**. Em 1947, eles compartilharam o prêmio Nobel de Medicina, pelas suas pesquisas na área.

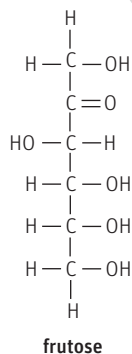
Fonte de pesquisa: MCGRAYNE, S. B. *Mulheres que ganharam o prêmio Nobel em ciências*. São Paulo: Marco Zero, 1994.

8. Açúcar comum, papel sulfite e solução de glicose possuem em sua composição, respectivamente:
- dissacarídeos, monossacarídeos e polissacarídeos.
 - polissacarídeos, monossacarídeos e dissacarídeos.
 - polissacarídeos, dissacarídeos e monossacarídeos.
 - monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos.
 - dissacarídeos, polissacarídeos e monossacarídeos.

9. Com relação à molécula de glicose representada abaixo, responda ao que se pede.



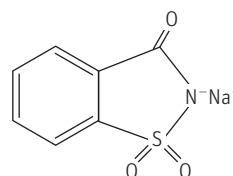
- Quais as funções orgânicas presentes nessa estrutura molecular?
 - Represente a forma cíclica da glicose.
 - Análise sua resposta ao item **b** e responda: É possível afirmar que a glicose não apresenta isomeria óptica? Justifique sua resposta.
10. A frutose é o açúcar presente nas frutas, responsável por seu sabor adocicado.



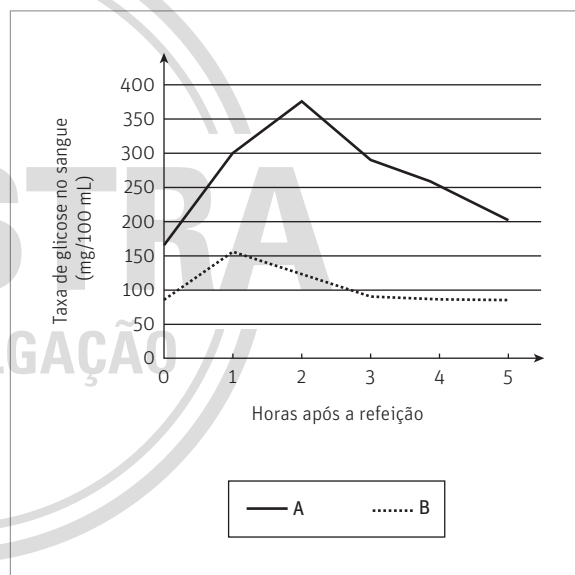
Sobre a frutose, leia as alternativas a seguir e assinale a correta.

- É insolúvel em água.
 - Sua molécula é apolar.
 - Há em sua estrutura seis hidroxilas.
 - Possui a função cetona em sua estrutura.
 - Não é capaz de realizar ligações de hidrogênio com a água.
11. A sacarina sódica é um adoçante trezentas vezes mais doce que o açúcar comum. A análise de sua

fórmula estrutural permite afirmar que ela pertence à classe dos carboidratos? Justifique sua resposta.



12. O *diabetes mellitus* tipo 2, conhecido popularmente por diabetes tipo 2, é uma doença causada pela baixa resposta das células à insulina, hormônio que facilita a entrada de glicose nas células. Trata-se de um distúrbio que afeta o metabolismo tanto dos carboidratos quanto das gorduras e proteínas. O gráfico abaixo representa a concentração de glicose, após uma refeição, no sangue de duas pessoas: uma saudável e outra com diabetes tipo 2.



- Explique por que os médicos recomendam jejum mínimo de 8 horas (sendo permitido apenas ingestão de água) para uma pessoa que vai se submeter a um teste de glicemia, isto é, de concentração de glicose no sangue.
- Por meio da análise das curvas A e B mostradas no gráfico, qual delas se refere a uma pessoa diabética? Justifique sua resposta.
- Explique por que a concentração de glicose no sangue de uma pessoa saudável aumenta após ela se alimentar e diminui depois de decorrido determinado tempo.

13. Entre os alimentos listados abaixo, qual deles deve ter sua ingestão controlada por pessoas diabéticas? Justifique sua resposta.

Arroz, macarrão, batata e milho.

Proteínas

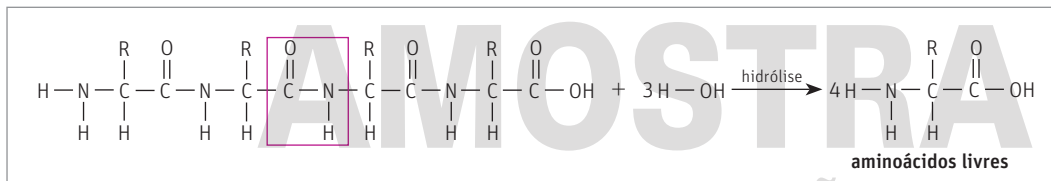
As **proteínas** também pertencem ao grupo dos polímeros naturais. Diferentemente dos carboidratos – que podem ser armazenados nas plantas na forma de amido e, nos animais, na forma de glicogênio –, toda proteína existente faz parte de alguma estrutura biológica – músculos, pele, cabelo, membrana celular e muitas outras. As principais fontes de proteína são as carnes, o leite e seus derivados, bem como ovos e cereais.

Quando nos alimentamos, nosso organismo digere as proteínas e absorve os monômeros que as constituem. Esses monômeros são os **aminoácidos**.

A digestão das proteínas durante o processo metabólico resulta na liberação de aminoácidos. Nesse processo, as ligações peptídicas são quebradas pela água, ou seja, por hidrólise (*hidr(o)* = água; *lise* = quebra). Em casos de carência energética, algumas proteínas do próprio organismo são hidrolisadas em aminoácidos, espécies químicas que podem ser utilizadas para obter energia.



Um pedaço de carne foi colocado em cada tubo. A digestão da carne ocorreu mais rapidamente no tubo em que havia ácido clorídrico e pepsina (enzima). Esse experimento ilustra a ação da enzima e do ácido na hidrólise ácida das proteínas.



Observe que a molécula representada possui um segmento que se repete três vezes. As proteínas, em geral, contam com dezenas, centenas ou milhares de segmentos ligados. Em destaque, a ligação peptídica.

Existem milhares de proteínas diferentes na natureza, as quais fazem parte do organismo de todos os seres vivos. Todas elas são constituídas pelos mesmos vinte tipos de aminoácidos proteicos. Como apenas vinte tipos de aminoácidos diferentes podem dar origem a milhares de proteínas distintas?

Em uma proteína, a ordem na qual os aminoácidos estão dispostos modifica sua forma e função. Se tomarmos um pedaço de uma proteína, constituído pelos aminoácidos glicina (Gli), alanina (Ala) e lisina (Lis), será possível formar seis sequências diferentes de aminoácidos – portanto, seis diferentes proteínas.

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Gli-Ala-Lis | 4. Lis-Ala-Gli |
| 2. Gli-Lis-Ala | 5. Ala-Gli-Lis |
| 3. Lis-Gli-Ala | 6. Ala-Lis-Gli |

Cada combinação dos vinte tipos de aminoácidos pode originar uma proteína, e aminoácidos frequentemente se repetem, ou seja, as proteínas apresentam muitas unidades do mesmo aminoácido em suas cadeias, o que nos leva a concluir que o número absoluto de aminoácidos contido em cada uma delas é muito superior a vinte. A hemoglobina, por exemplo, responsável pelo transporte de oxigênio pela corrente sanguínea, é composta de 574 aminoácidos.

Há proteínas que não possuem os vinte tipos diferentes de aminoácidos em sua estrutura, embora sejam raras. Um exemplo é o colágeno, proteína apresentada no capítulo 11, que é formada apenas pelos aminoácidos glicina, prolina e lisina.

Atividade experimental

Cola de caseína

Objetivo

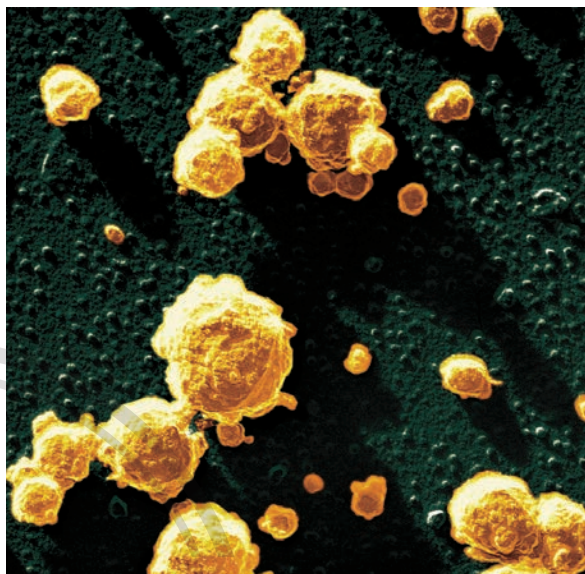
Separar proteínas do leite e estudar a aplicação de uma delas, a caseína, como cola.

Material

- 2 béqueres de 200 mL
- peneira
- provetas de 50 mL
- pedaço de pano de cerca de 30 cm × 30 cm
- bastão de vidro
- 1 g de bicarbonato de sódio (NaHCO_3)
- 125 mL de leite integral
- limão

Procedimento

1. Esprema o limão e coe o suco utilizando uma peneira.
2. Adicione 30 mL de suco de limão a 125 mL de leite integral e agite bem. Coloque o pedaço de pano sobre o segundo béquer e coe a mistura de caseína e soro obtida.
3. As porções de caseína retiradas (quase secas) podem ser colocadas sobre um pedaço de jornal, ou papel de filtro, de modo que reduza a umidade da massa obtida.
4. Após a separação da caseína, cuja consistência deve ser semelhante à de um queijo cremoso, coloque-a em um béquer e adicione o bicarbonato de sódio. Utilize um bastão de vidro para misturar bem até obter uma massa homogênea.
5. Acrescente 15 mL de água e agite até dissolver toda a massa.
6. Utilize pequenos pedaços de madeira ou de papel para testar a sua cola. O resultado poderá ser observado em algumas horas.



Scimat/Photoresearcher/Lainstock

Micrografia eletrônica de varredura de agregados de caseína. Principal proteína do leite, coagula sob o efeito de ácidos. Esta imagem mostra o início da coagulação, quando as moléculas de caseína começam a formar agregados. Imagem colorida artificialmente, largura da imagem original: 0,61 micrômetro.

Equipamentos de segurança

Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.

Resíduos

O descarte sólido pode ser jogado no lixo.

Fonte de pesquisa: FERREIRA, L. H. et al. Qualidade do leite e cola de caseína. Revista *Química Nova na Escola*, n. 6, nov. 1997. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc06/exper2.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

Análise e discuta

1. A solubilidade das proteínas pode ser alterada pela presença de íons na solução. Com base nessa informação, qual a função do bicarbonato de sódio no item 4 do procedimento? Explique o fenômeno.
2. O teor de caseína no leite é de apenas 3% em massa. Como você explicaria, então, o grande volume de caseína obtido após a sua precipitação?
3. Algumas indústrias de bebidas utilizam colas à base de caseína para colar rótulos de papel em garrafas de vidro. Se uma fábrica que fornece cola para um fabricante de sucos utiliza 500 kg de caseína por mês, supondo que a densidade do leite seja de 1 kg/L, qual é o volume de leite necessário para obter essa quantidade da proteína?

Polímeros mais resistentes, baratos e versáteis

A produção de polímeros sintéticos, até a década de 1950, despertava o interesse industrial, mas apresentava muitas dificuldades, como a necessidade de altas pressões e temperaturas para produzi-los. Mesmo em tais condições, os polímeros demoravam horas para se formarem e eram quebradiços e caros. Diante dessas dificuldades, o químico alemão Karl Ziegler (1898-1973) e o químico italiano Giulio Natta (1903-1979) desenvolveram, independentemente, estudos relacionados à obtenção de polímeros em diferentes condições de temperatura e pressão, testando a ação de diferentes catalisadores para aumentar a rapidez das reações.

A síntese do polietileno de alta densidade

Em 1953, Ziegler conseguiu produzir polietileno à pressão ambiente em um período de tempo reduzido. Ao comparar o produto obtido com o polietileno produzido à alta pressão, ele constatou que o novo polímero apresentava maior resistência quando submetido a altas temperaturas, e também maior densidade e rigidez. O produto obtido por Ziegler foi rapidamente aceito na indústria devido ao baixo custo de produção e às suas propriedades, o que deu base para a síntese de novos polímeros.

O papel da estrutura molecular

Na mesma época em que Ziegler desenvolvia suas investigações, Natta dedicava-se a compreender a formação de diversos polímeros produzidos a partir de alfa-olefinas, que são moléculas obtidas principalmente de derivados de petróleo e que possuem uma ligação dupla no carbono alfa. Esses polímeros eram obtidos por processos análogos ao do polietileno de Ziegler. A motivação de Natta era otimizar a produção de polímeros na Itália, tendo em vista que este país ainda atravessava um período de reconstrução socioeconômica oriundo do fim da Segunda Guerra Mundial em 1945.

Nesse contexto, Natta dedicou sua atenção em entender a relação entre a estrutura dos polímeros e suas propriedades, pois alguns possuíam estrutura amorfa, enquanto outros apresentavam estrutura cristalina definida. Muitos deles, por exemplo, eram formados pela mesma matéria-prima, mas possuíam propriedades diferentes. Como justificar isso?

Em seus estudos, Natta separou fisicamente os diferentes polímeros e analisou suas estruturas através da análise de raios X, verificando que esses polímeros, mesmo quando derivados de uma mesma matéria-prima, possuíam isômeros, o que justificaria as diferentes propriedades. Indo além, ele notou que os polímeros formados através do uso do catalisador eram isômeros específicos e com estruturas mais organizadas.

Ziegler também se preocupou em justificar as diferentes propriedades notadas entre as duas variedades de polietileno conhecidas, que foram atribuídas à diferença estrutural observada entre eles, sendo que o produzido em baixa pressão realizava suas ligações de forma linear, e, portanto, apresentava uma melhor interação entre as moléculas da sua estrutura; enquanto o produzido a altas pressões possuía muitas ramificações, o que dificultava a interação entre as moléculas, o que justificaria sua baixa resistência e sensibilidade ao aumento da temperatura.

O papel do catalisador

Durante suas pesquisas, Ziegler e Natta notaram a importância de se investigar os diferentes processos de catálise que permitissem aumentar a rapidez da polimerização nas condições estudadas. Esses estudos os levaram à identificação dos melhores resultados em torno dos catalisadores organometálicos, em especial, a mistura de trietil alumínio ou dietil alumínio com cloreto de titânio, conhecido hoje como catalisador Ziegler-Natta.

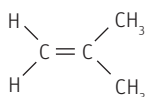
Natta ainda investigou o mecanismo dessas reações de polimerização, verificando que o catalisador empregado alterava o caminho da reação, tornando-a estereoespecífica, de forma a favorecer a formação dos polímeros com estruturas cristalinas altamente organizadas, o que os tornava mais rígidos, resistentes e densos.

Assim, as investigações de Ziegler e Natta permitiram que a produção de polímeros fosse realizada em um período de tempo reduzido, à pressão e temperatura ambiente, possibilitando uma maior produção e menor custo desses. Além disso, o conhecimento dos mecanismos de reação e as relações entre a estrutura de um polímero e suas propriedades levaram a um maior controle na qualidade e propriedades dos polímeros obtidos, sendo, por isso, uma importante contribuição para a produção industrial de polímeros. Por essas contribuições, Ziegler e Natta compartilharam o Prêmio Nobel de 1963.

ANALISE E DISCUTA

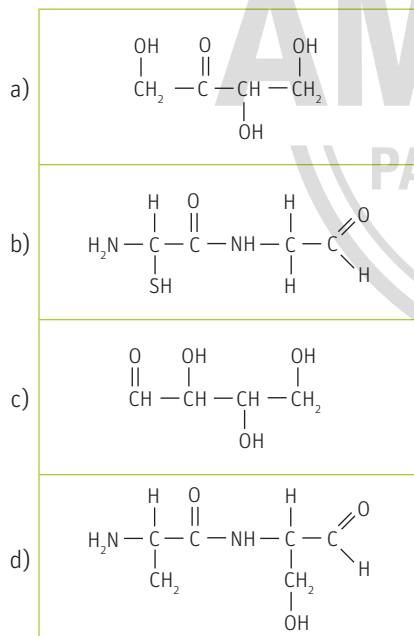
1. Qual a importância de se desenvolver um método de produção de polímeros mais rápido e barato?
2. Como a investigação sobre um mesmo tema realizada de forma independente por diferentes pesquisadores pode contribuir para o desenvolvimento científico?

21. Qual é a aplicação do acrílico, do náilon e da baquelite? E qual é a principal característica desses polímeros que os credencia para seu amplo uso?
22. Entre os polímeros seguintes, qual pode ser extraído de vegetais?
- policloreto de vinila
 - glicogênio
 - náilon
 - amido
 - polipropileno
23. O isobutileno é um hidrocarboneto cuja fórmula estrutural é:



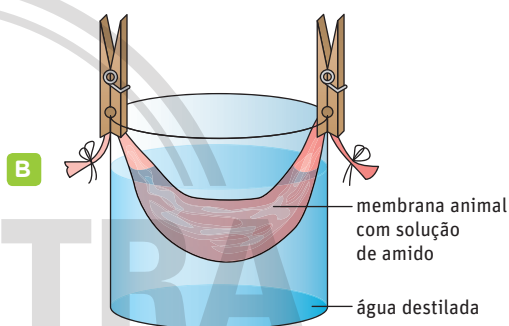
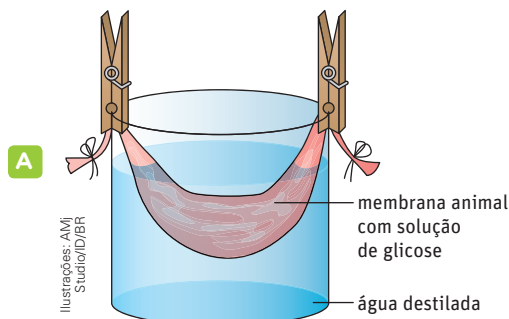
Escreva a equação correspondente à polimerização por adição do isobutileno e a fórmula estrutural do seu polímero contendo ao menos dois monômeros ligados.

24. Copie, em seu caderno, as estruturas das moléculas abaixo e identifique-as como carboidrato (C) ou proteína (P).



25. Um pedaço da cadeia de uma proteína é formado pelos aminoácidos glicina (Gli), serina (Ser) e histidina (His). Proponha todas as possibilidades de seqüências que esses aminoácidos podem formar nesse pedaço de proteína.
26. Em uma atividade experimental para estudar os efeitos da difusão através de uma membrana semi-permeável (tripa de porco), o professor introduziu no interior dessa membrana as substâncias amido e

glicose. Para identificar a presença de cada um, foram empregados indicadores – substâncias através das quais é possível observar o desenvolvimento de uma reação química. O esquema abaixo mostra como o experimento foi realizado.



Após determinado tempo, foi retirada uma amostra da água dos dois béqueres e realizados os testes com os dois indicadores, com a obtenção dos seguintes resultados.

- béquer **A** – positivo no teste de glicose
- béquer **B** – negativo no teste de amido

Analisando os resultados do experimento, faça o que se pede.

- A difusão simples é um fenômeno de transporte sem gasto de energia, no qual o soluto atravessa a membrana porosa do meio mais concentrado para o menos concentrado. Sabendo disso, sugira uma possível explicação para o fato de as moléculas de amido não atravessarem a parede celular da tripa de porco, enquanto as moléculas de glicose o fazem.
- Qual a importância biológica para as células do fenômeno observado no béquer **A**?
- Com relação ao fenômeno da osmose, o que ocorre na tripa de porco do béquer **A** depois de um tempo?
- Caso o professor utilizasse um saco plástico no lugar da tripa de porco, seriam observados os mesmos resultados? Justifique sua resposta.

Cientistas descobrem bactéria que come garrafa PET

Pesquisadores no Japão descobriram uma bactéria que é capaz de comer o plástico PET, largamente utilizado em embalagens, especialmente em garrafas.

Além do potencial uso para resolver os sérios problemas ambientais causados pelo acúmulo desse plástico na natureza, a pesquisa pode ajudar a entender a evolução natural das bactérias.

A equipe de dez cientistas, liderada por Kohei Oda, do Instituto de Tecnologia de Kyoto, coletou, em uma usina de reciclagem em Osaka, 250 amostras de sedimentos, águas residuais ou solo contaminadas por PET.

Eles então fizeram uma triagem para descobrir microrganismos capazes de usar o plástico como uma fonte de carbono para crescimento.

Uma das amostras de sedimento, a “número 46”, continha um “consórcio microbiano” – de vários tipos de germes, como bactérias, protozoários, células semelhantes a leveduras – capaz de se fixar em um filme fino de PET e degradá-lo, literalmente esburacando o filme.

Usando diluições dessa amostra, foi possível isolar a responsável pelo buraco, a *Ideonella sakaiensis* – a primeira bactéria sabidamente capaz disso. Os resultados estão na revista “Science”

A bactéria age de modo bem simples, empregando apenas duas enzimas: uma que age na superfície do PET e outra que termina a “digestão” dentro do micróbio. Enzimas são substâncias orgânicas capazes de acelerar reações químicas, convertendo uma substância, o chamado substrato, em uma outra, o produto.

[...]

Segundo Oda e seus colegas, “Por acharem que a capacidade de digerir enzimaticamente o PET estava limitada a algumas espécies de fungos, a biodegradação ainda não era uma estratégia ambiental viável”.

A descoberta da bactéria, portanto, abre a possibilidade de uma nova estratégia para lidar com o problema, ainda mais porque ela mostrou atividade mais eficaz do que os poucos fungos conhecidos com ação semelhante.

NETO, R. B. *Folha Online*, 10 mar. 2016. Disponível em: <<http://m.folha.uol.com.br/ciencia/2016/03/1748592-cientistas-descobrem-bacteria-que-come-garrafa-pet.shtml>>. Acesso em: 16 abr. 2016.



Garrafas PET são extremamente comuns e, devido ao grande volume delas que é descartado, constituem um problema para o ambiente.

Problema ambiental

O PET leva centenas de anos para ser degradado naturalmente. Cerca de 56 milhões de toneladas de PET foram produzidas só em 2013, o que resultou na acumulação de PET em ecossistemas de todo o mundo.

Comentando a descoberta na mesma edição da “Science”, o pesquisador Uwe T. Bornscheuer, da Universidade Greifswald, Alemanha, lembra que o PET só entrou em contato com o ambiente há 70 anos, o que mostra uma evolução surpreendentemente rápida de uma bactéria dotada de duas enzimas capazes de fazer uso da nova fonte de carbono. “Exemplos dessa rápida evolução natural são raros”, diz ele.

Um estudo patrocinado pelo Fórum Econômico Mundial e publicado neste ano afirma que o uso do material deverá dobrar nos próximos vinte anos. “Assustadores 32% das embalagens de plástico escapam de sistemas de coleta, gerando custos econômicos e o entupimento da infraestrutura urbana, e reduzindo a produtividade de sistemas naturais vitais”, diz o estudo.

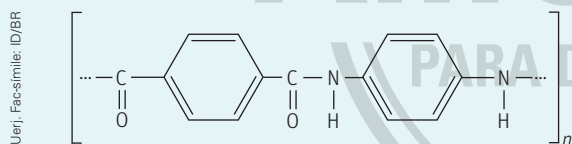
PARA DISCUTIR

1. A partir da leitura do texto, qual é a grande descoberta dos cientistas japoneses e por que ela é essencialmente importante?
2. Discuta com seus colegas quais os problemas ambientais causados pelo descarte incorreto de lixo, especialmente, os plásticos como o PET.
3. Quais estratégias podem ser utilizadas para tentar contornar esses tipos de problemas?

27. (Unifesp) O volume de glicerina (propanotriol, fórmula molecular $C_3H_8O_3$) produzido como resíduo na obtenção de biodiesel excede em muito a necessidade atual do mercado brasileiro. Por isso, o destino atual da maior parte da glicerina excedente ainda é a queima em fornalhas, utilizada como fonte de energia. Uma possibilidade mais nobre de uso da glicerina envolve sua transformação em propeno e eteno, através de processos ainda em fase de pesquisa. O propeno e o eteno são insumos básicos na indústria de polímeros, atualmente provenientes do petróleo e essenciais na obtenção de produtos como o polietileno e o polipropileno.

- Escreva a equação química balanceada da combustão completa de um mol de glicerina.
- Sabendo que o polietileno é produzido pela reação de adição de um número n de moléculas de eteno, escreva a equação genérica de formação do polímero polietileno a partir de eteno, utilizando fórmulas estruturais de reagente e produto.

28. (Uerj) O polímero denominado *Kevlar*® apresenta grande resistência a impactos. Essa propriedade faz com que seja utilizado em coletes à prova de balas e em blindagem de automóveis. Observe sua estrutura.



A reação química de obtenção desse polímero tem como reagentes dois monômeros, um deles de caráter ácido e outro de caráter básico.

- Indique a classificação dessa reação de polimerização.
- Considerando o monômero de caráter básico, apresente uma equação química completa que demonstre esse caráter na reação com o ácido clorídrico.

29. (Fuvest-SP) Para aumentar a vida útil de alimentos que se deterioram em contato com o oxigênio do ar, foram criadas embalagens compostas de várias camadas de materiais poliméricos, um dos quais é pouco resistente à umidade, mas não permite a passagem de gases. Esse material é um copolímero (fórmula na Figura 1) e é produzido por meio de um processo de quatro etapas, esquematizado na Figura 2.

Fuvest-SP, Fac-símile: ID/BR

Figura 1

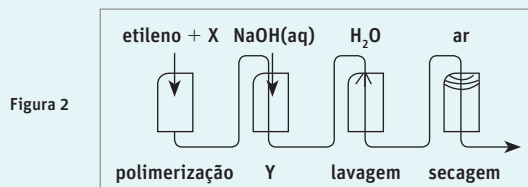
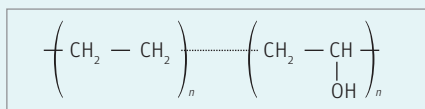
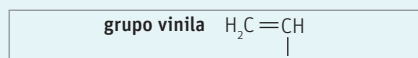
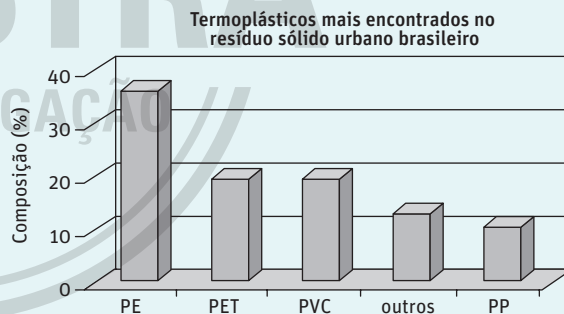


Figura 3



- Dentre os compostos – vinilbenzeno (estireno), acetato de vinila, propeno, propenoato de metila –, qual pode ser o monômero X? Dê sua fórmula estrutural (ver Figura 3).
- Escreva a equação química que representa a transformação que ocorre na etapa Y do processo.

30. (UFTM-MG) Entrou em vigor em 25 de janeiro de 2012 um acordo pelo qual os supermercados do estado de São Paulo deixaram de oferecer as sacolinhas plásticas aos seus clientes. Esses sacos plásticos, que podem ser feitos de polietileno (PE) ou de polipropileno (PP), quando incorretamente descartados, causam grande impacto ambiental. Na figura é representada a composição dos principais termoplásticos encontrados no resíduo sólido urbano brasileiro.



Os polímeros PE e PP são produzidos a partir da polimerização do etileno (eteno) e propileno (propeno), respectivamente.

- Escreva a equação da reação de polimerização na obtenção do polímero PP.
- O termoplástico mais encontrado no resíduo sólido brasileiro é considerado um composto hidrofóbico ou hidrofílico? Justifique.

31. (UFMS-RS) As borrachas sintéticas são classificadas como polímeros de adição. Também são polímeros de adição industrializados:

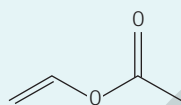
- náilon e PVC.
- PVC e poliéster.
- teflon e isopor.
- náilon e isopor.
- poliéster e teflon.

Fuvest-SP, Fac-símile: ID/BR

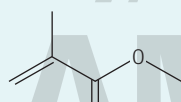
UFTM-MG, Fac-símile: ID/BR

32. (UFSM-RS) A química e a física constituem a base para determinar os processos de preservação e restauro mais convenientes para esculturas e monumentos históricos. Produtos químicos sintéticos são utilizados para restaurar, preservar e proteger tanto as esculturas de Miguel Ângelo e as dos guerreiros chineses de terracota de Qin Shi Huangdi quanto a Estátua da Liberdade. Nesses casos, os revestimentos com adesivos à base de solventes e resinas poliméricas são muito utilizados, pois proporcionam uma camada protetora, que é impermeável, resistente à luz solar e autolimpante. Dentre as resinas poliméricas aplicadas na proteção de monumentos, estão os poliácridatos, que são ésteres vinílicos polimerizados.

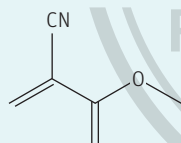
UFSM-RS. Fac-símile: D/BR



acetato de vinila



metacrilato de metila

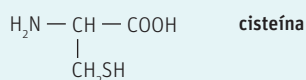
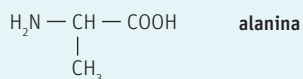
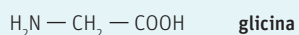


cianoacrilato de metila

Considerando os monômeros de poliácridatos apresentados acima, é **correto** afirmar que:

- possuem isômeros geométricos.
- sofrem polimerização por adição.
- somente o acetato de vinila sofre polimerização por adição.
- o cianoacrilato de metila sofre polimerização por condensação.
- são todos ésteres derivados do ácido acético.

33. (UFRGS-RS) Observe os seguintes aminoácidos.



A reação entre o grupo ácido carboxílico de uma molécula de aminoácido e o grupo amina de outra molécula de aminoácido, com eliminação de água, forma uma ligação peptídica ($-\text{CO}-\text{NH}-$), gerando um dipeptídeo.

Qual é o número máximo de dipeptídios diferentes que podem ser formados a partir de uma mistura equimolar de glicina, alanina e cisteína?

- 2
- 3
- 6
- 8
- 9

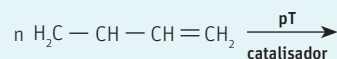
34. (Uespi) Polímeros são compostos químicos de moléculas muito grandes, formadas pela reação de moléculas pequenas chamadas monômeros. Atualmente, vivemos cercados por polímeros sintéticos, na forma de plásticos, de fibras sintéticas, de borrachas sintéticas, etc. Entre os polímeros abaixo, assinale aquele que pode ser extraído de vegetais.

- Celulose.
- Baquelite.
- Nylon.
- Policloreto de vinila, PVC.
- Polietileno.

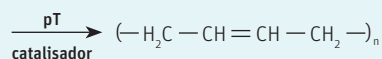
35. (IFSP) São considerados materiais com estruturas poliméricas existentes na natureza:

- a celulose e o amido.
- a celulose e o PET.
- a caseína e o polietileno.
- o náilon e o algodão.
- o poliestireno e o amido.

36. (UFPB) O aumento nas vendas de veículos acarreta uma maior produção de borracha sintética, matéria-prima na fabricação de pneus. A seguir está apresentada uma reação de polimerização da borracha sintética.



A



B

Acerca dessas informações, identifique as afirmativas **corretas**:

- O composto A é o buta-1,3-dieno.
- O composto B é um biopolímero.
- A reação de polimerização consiste na união de vários monômeros.
- O composto B é um polímero de adição.
- A combustão do composto A forma álcool e água.

- 37. (Fatec-SP)** A polimerização por adição consiste na reação entre moléculas de uma mesma substância, na qual, em sua estrutura, ocorre uma ligação dupla entre dois átomos de carbono, formando-se apenas o polímero. (O polietileno é um exemplo de polímero formado por reação de adição). Considere as seguintes substâncias:
- 3-bromopropeno-1 (C_3H_5Br)
 - tetrafluoretano ($C_2H_2F_4$)
 - propanol-1 (C_3H_7OH)
 - cloroeteno (C_2H_3Cl)
- As que poderiam sofrer polimerização por adição são:
- I e II.
 - I e III.
 - I e IV.
 - II e III.
 - II e IV.
- 38. (UFSCar-SP)** A borracha natural é um elastômero (polímero elástico), que é obtida do látex coagulado da *Hevea brasiliensis*. Suas propriedades elásticas melhoram quando aquecida com enxofre, processo inventado por Charles Goodyear, que recebe o nome de:
- ustulação.
 - vulcanização.
 - destilação.
 - synetização.
 - galvanização.
- 39. (UPF-RS)** Os plásticos constituem uma classe de materiais que confere conforto ao homem. Sob o ponto de vista químico, os plásticos e suas unidades constituintes são, respectivamente:
- hidrocarbonetos; peptídios.
 - macromoléculas; ácidos graxos.
 - polímeros; monômeros.
 - polímeros; proteínas.
 - proteínas; aminoácidos.
- 40. (ITA-SP)** Nas afirmações abaixo, macromoléculas são relacionadas com o processo conhecido como vulcanização. Assinale a opção que contém a afirmação correta:
- O elastômero obtido a partir de butadieno-1,3 e estireno (vinilbenzeno) não se presta à vulcanização.
 - A desvulcanização ou reciclagem de pneus se baseia na ação do ácido sulfúrico concentrado, em presença de oxigênio e em temperatura elevada, sobre a borracha vulcanizada.
 - Na vulcanização, os polímeros recebem uma carga de calcário e piche, que os torna resistentes ao calor sem perda de elasticidade.
 - Os polímeros vulcanizados só serão elásticos se a concentração de agente vulcanizante não for excessiva.
- 41. (UEPG-PR)** Os tamborins, que no passado eram feitos com couro de gato, hoje são produzidos com a poliamida, um polímero muito utilizado pela indústria por apresentar boa resistência mecânica, impermeabilidade e baixa densidade. Considere as afirmações a seguir.
- Resistência mecânica – apresentada pela poliamida, atende à necessidade de o tamborim resistir ao impacto no momento de produzir o som.
 - Impermeabilidade da poliamida – impede a penetração de água em caso de chuva, durante a utilização do tamborim.
 - Densidade da poliamida – é maior que a do couro de gatos, motivo que provocou a sua substituição na confecção do tamborim.
- É verdadeiro apenas o que se afirma em:
- I.
 - II.
 - I e II.
 - II e III.
 - I, II e III.
- 42. (Unicap-PE)** Associe cada classe de composto orgânico à sua aplicação:
- | | |
|-----------------------|--------------------|
| I. Hidrocarboneto | (III) Combustível |
| II. Sal orgânico | (III) Detergente |
| III. Poliamida | (III) Tecidos |
| IV. Aromático clorado | (III) Pesticida |
| V. Éster | (III) Aromatizante |
- Os números na segunda coluna, lidos de cima para baixo, são:
- I, II, III, IV, V
 - V, I, III, IV, II
 - III, I, II, V, IV
 - IV, I, III, V, II
 - II, V, I, IV, III
- 43. (UEL-PR)** Náilon e borracha sintética podem ser citados como exemplos de:
- hidratos de carbono.
 - proteínas.
 - lipídios.
 - polímeros.
 - enzimas.

O ser humano e o meio ambiente

O QUE VOCÊ VAI ESTUDAR

Polímeros, ambiente, políticas públicas e cidadania.



Ernesto Reghny/Pulsar Imagens

Organização não governamental especializada em coleta e reciclagem de lixo eletrônico. Londrina (PR), 2015.

Todos os dias, no mundo inteiro, milhares de computadores e equipamentos periféricos (teclados, *mouses*, monitores, impressoras, etc.) vão literalmente para o lixo. Com o avanço da tecnologia na informática, eles se tornam obsoletos cada vez mais depressa. A solução encontrada por muitos usuários e empresas é a troca dos computadores antigos por novos, mais eficientes, rápidos e com maior capacidade de memória. Essa renovação chega a ocorrer a cada dois anos ou menos e, muitas vezes, acontece sem que ocorra a reciclagem dos componentes dos aparelhos antigos.

Cerca de 90% dos materiais empregados na fabricação de aparelhos de informática podem ser reciclados – o que implica separar até o ouro, utilizado para fabricar uma das partes mais importantes dos computadores: o processador, responsável pelo gerenciamento de todas as funções.

As máquinas que não são recicladas se acumulam em aterros sanitários, o que pode provocar a contaminação do solo, de rios e lençóis subterrâneos em decorrência da alta concentração, em seus componentes, de metais pesados como cádmio, chumbo e mercúrio. Esses metais são muito tóxicos, causam diversas doenças e, em casos de intoxicação grave, podem levar à morte.

Além da contaminação de corpos de água, que outros impactos ambientais você acha que o acúmulo de equipamentos de informática em aterros sanitários pode causar?

A prática de jogar computadores no lixo causa ainda grandes prejuízos financeiros. O Ministério do Planejamento brasileiro estima que o custo de um computador reconcondicionado é, em média, 13 vezes menor do que o de um computador novo.

No país ainda é grande o número de pessoas que não dispõem de recursos financeiros para comprar um computador, fato que contribui para aumentar o índice de excluídos do acesso aos recursos da informática. Quais práticas consideradas comuns atualmente esses indivíduos deixam de realizar por não terem acesso a um microcomputador?

Polímeros, ambiente, políticas públicas e cidadania

Um dos grandes objetivos de empresas e centros de pesquisas consiste em superar as barreiras tecnológicas existentes. Nem sempre esse objetivo vem acompanhado da preocupação com o descarte dos materiais que se tornaram obsoletos ou de ações conscientes que busquem minimizar a quantidade de lixo produzida e dar um destino adequado a ele.

Polímeros e ambiente

Diferentemente da matéria de origem animal e vegetal, como restos de alimentos, que sofrem rápida decomposição por meio da ação de fungos e bactérias, liberando suas moléculas para os ciclos da natureza, a grande maioria dos polímeros artificiais e de outros materiais desenvolvidos pelo ser humano resiste por muitos anos no ambiente. O aumento da população mundial elevou o consumo e a quantidade de materiais produzidos, utilizados e descartados.

A produção de lixo vem aumentando assustadoramente em todo o planeta. Para minimizar os impactos negativos que essa prática provoca no ambiente, é necessário responder a uma questão fundamental: O que fazer com o lixo que o ser humano produz?



Charge de Calvin e Haroldo, de Bill Watterson.

Lixo

Lixo é todo e qualquer resíduo proveniente das atividades humanas. Popolarmente, é definido como aquilo que se joga fora.

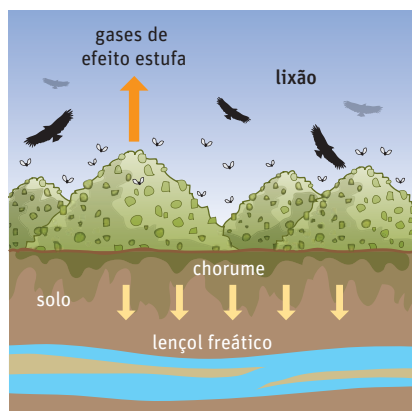
A população mundial já ultrapassou a marca de 7 bilhões de habitantes. Imagine a quantidade de lixo produzido por um número tão grande de pessoas.

Para se ter uma ideia da magnitude do problema, basta efetuar um cálculo simples: uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010, revelou que o Brasil tem cerca de 190,7 milhões de habitantes. No mesmo ano, nasceram cerca de 2,74 milhões de bebês. Supondo que, no primeiro ano de vida, eles usem uma média de quatro fraldas descartáveis por dia, ao final de um ano teremos:

$$2,74 \text{ milhões bebês} \times 4 \text{ fraldas/dia} \times 365 \text{ dias} = \\ = 4 \text{ bilhões de fraldas jogadas no lixo por ano}$$

Mas o problema é muito maior: latas de alumínio, pneus de automóveis e garrafas plásticas são igualmente lixo descartado todos os dias. Nessa lista devem ser incluídos os materiais tóxicos, como o lixo hospitalar, e os materiais contaminantes, como baterias de celular e laptops, pilhas alcalinas, etc.

Voltemos à tira do Calvin, que ficou sem palavras diante da existência de lixo em um lugar onde não deveria encontrá-lo. Não podemos fechar os olhos diante dessa realidade. E o primeiro passo na tentativa de resolver o problema é desenvolver ações educativas.



Nos lixões, o lixo fica exposto sem nenhum procedimento que evite a contaminação do solo, das águas subterrâneas (lençóis freáticos) e do ar pelos líquidos (chorume) e gases oriundos da decomposição da matéria orgânica. Há também transmissão de doenças pelos animais. Esquema em cores-fantasia e fora de escala.

SAIBA MAIS

Tempo para decomposição do lixo na natureza

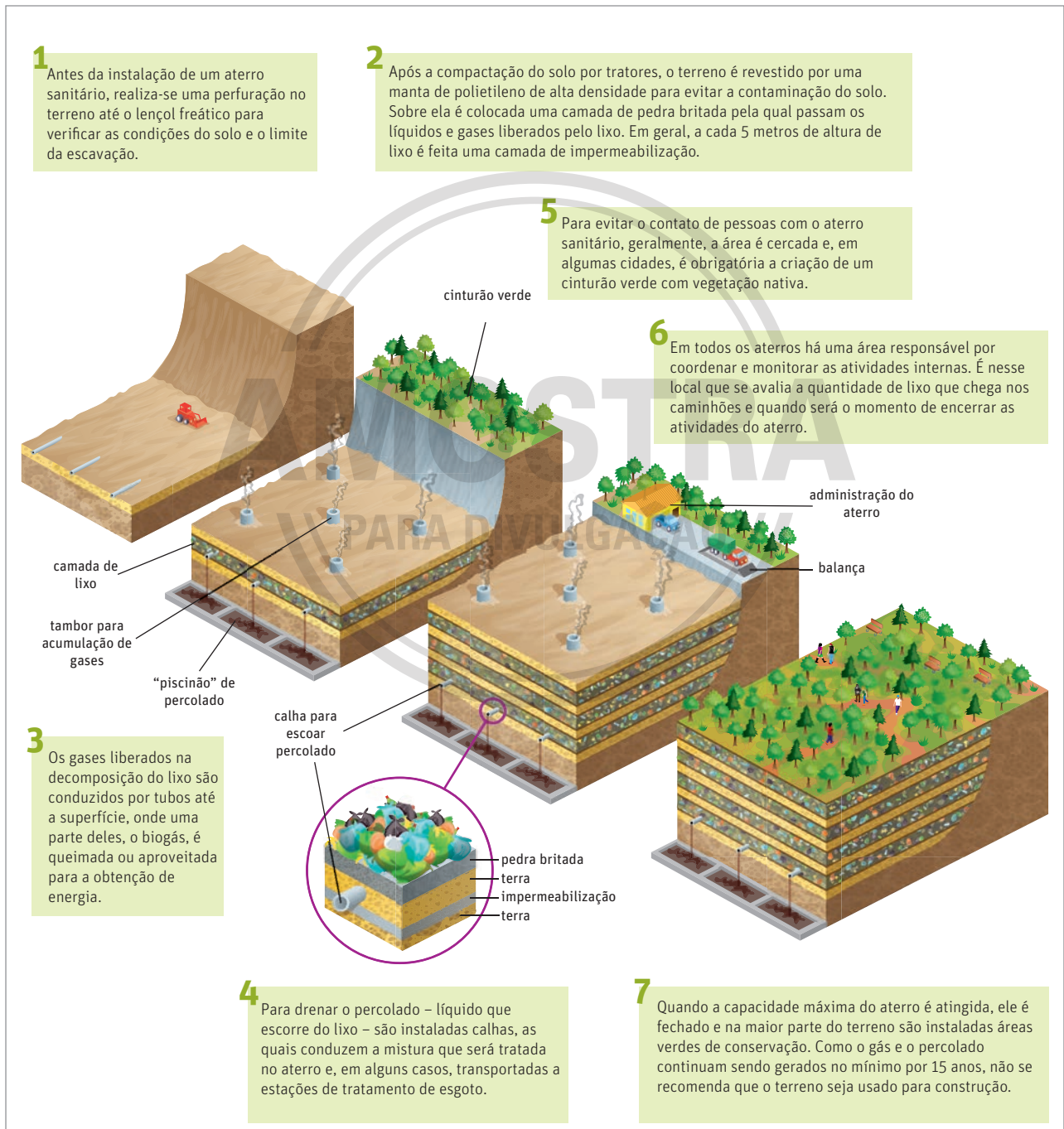
O lixo pode levar muitos anos para se decompor, causando danos ao meio ambiente.

Resíduo	Tempo
jornais	de 2 a 6 semanas
embalagens de papel	de 1 a 4 meses
pontas de cigarro	2 anos
chiclete	5 anos
cascas de frutas	3 meses
náilon	de 30 a 40 anos
copinhos de plástico	de 200 a 450 anos
latas de alumínio	de 100 a 500 anos
pilhas e baterias	de 100 a 500 anos
garrafas de plástico	mais de 500 anos
pano	de 6 a 12 meses
vidro	indeterminado
madeira pintada	13 anos
fralda descartável	600 anos
pneus	indeterminado

Fonte de pesquisa: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Unicamp. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~crsfec/tempo_degrada.html>. Acesso em: 16 abr. 2016.

Aterros sanitários

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada em 2010, os lixões devem ser erradicados do país nos próximos anos devido aos riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Uma alternativa para o tratamento do lixo, após a coleta, consiste em depositá-lo em locais preparados para que ali seja compactado alternadamente com camadas de terra. Esses locais são conhecidos como aterros sanitários. Antes do advento dos materiais resistentes à degradação, os aterros sanitários constituíam uma boa alternativa, pois, com a compactação mecânica e a ação de microrganismos, grande parte do lixo era decomposta. Além disso, é cada vez mais difícil dispor de terrenos próximos aos centros urbanos para serem utilizados como aterro sanitário.



AMJ Studio/IDBR

Esquema da instalação de um aterro sanitário. Representação em cores-fantasia e fora de escala.

Fonte de pesquisa: *Planeta Sustentável*. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/pops/aterro.shtml>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

Incineração

A incineração é um processo de queima do lixo a altas temperaturas em instalações chamadas incineradores. Porém, como os equipamentos utilizados para esse fim são sofisticados, a incineração é considerada um método de alto custo.

Compostos orgânicos como madeira, papel e plásticos são oxidados nos incineradores a dióxido de carbono (CO₂), vapor de água e cinzas. Esse processo diminui o volume do material em mais de 70% e, por essa razão, reduz a necessidade de espaço para aterros sanitários. A incineração é particularmente usada para eliminar lixos que contêm contaminantes orgânicos, como os hospitalares e os tóxicos (incluindo os resíduos químicos de laboratórios).

Durante o processo, são controlados todos os fatores que podem interferir na queima do material, como umidade, fluxo de oxigênio e temperatura. Além disso, os gases produzidos – como dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂) – e as cinzas passam por filtros e precipitadores, que são equipamentos com fluxo de água capazes de reter as partículas poluentes.

A contrapartida negativa do uso desse método diz respeito aos gases poluentes que são liberados e à presença de contaminantes nas cinzas geradas ao final do processo, como metais pesados. Entre os gases poluentes, podemos citar o CO₂ – um dos responsáveis pelo efeito estufa – e as dioxinas, compostos altamente carcinogênicos.

Incineradores queimam materiais a temperaturas superiores a 900 °C. Salto de Pirapora (SP), 2005.



Luiz Carlos Gomes/Futura Press

Reciclagem

Denomina-se reciclagem o ato de recuperar, parcial ou completamente, materiais como papel, vidro, plástico e metal, a fim de que sejam utilizados como matéria-prima de um novo produto. Desse modo, evita-se o aumento do volume de lixo e preservam-se os recursos naturais.

A reciclagem é constantemente confundida com a reutilização ou o reúso, em virtude de ambos os processos diminuírem a quantidade de lixo produzido. Contudo, são ações diferentes.

Um material reciclado, depois de passar por um processo industrial, volta ao estado original e pode ser transformado em um novo produto. É o caso de garrafas e copos plásticos: depois de fundidos, obtém-se plástico derretido, que por sua vez pode ser utilizado na confecção de novos produtos, por exemplo, réguas.

Reutilizar, por outro lado, significa dar novo uso a um produto acabado: assim, uma garrafa plástica, em vez de ser jogada no lixo, pode ser transformada em um porta-lápis.

Na foto, as réguas azul, cinza e rosa foram feitas de plástico reciclado, obtido de garrafas e copos plásticos. Em destaque na régua cinza: “I was once 7 plastic cups...”. Tradução: “Uma vez eu fui 7 copos plásticos...”.



Martin Bond/SPL/Latinstock

A emissão de gases na atmosfera

O efeito estufa é um processo natural que ocorre quando uma parte da radiação solar refletida pela superfície da Terra é absorvida por alguns gases presentes na atmosfera, chamados de gases de efeito estufa (GEE). Assim, parte do calor fica retida na atmosfera terrestre, o que mantém o planeta em uma faixa de temperatura que possibilita a vida. O aumento da concentração desses gases provoca maior retenção de calor e, conseqüentemente, acarreta mudanças climáticas.

A partir da Revolução Industrial, a utilização de combustíveis fósseis aumentou significativamente. A queima desses combustíveis libera para a atmosfera GEE, como o CO₂, e outros poluentes, como óxidos de enxofre e de nitrogênio (responsáveis pela chuva ácida). O desmatamento promovido pela expansão agrícola e as queimadas – prática utilizada para renovar o pasto – também têm contribuído para a emissão de GEE.

Além do CO₂, há outros gases que absorvem radiação, como o CH₄, o N₂O e os CFCs. Entretanto, esses gases não absorvem igualmente a radiação.

No Brasil existe o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (Pronar). A estratégia básica do Pronar é limitar as emissões por tipo de fontes e poluentes com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura. Nós também somos responsáveis pela emissão de GEE, por isso devemos tomar atitudes visando a diminuição dela.

Fontes de pesquisa: Química Ambiental – USP. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/04/programa-nacional-de-controle-de-qualidade-do-ar-estabelece-metas-para-area>>; Portal Brasil. Disponível em: <<http://www.usp.br/qambiental/>>. Acessos em: 16 abr. 2016.

Políticas públicas e cidadania

O constante crescimento nos níveis de poluição e lixo no planeta tem gerado pressões de grupos ecológicos por todo o mundo, o que contribui para a conscientização de que algo tem de ser feito. Muitos países estão implementando ações na tentativa de promover práticas menos danosas ao ambiente.

Ação do Estado

O destino a ser dado ao lixo não é tarefa simples, e as opções existentes apresentam vantagens e desvantagens. Por exemplo, a queima do lixo em incineradores reduz muito o volume de material; entretanto, como vimos, o processo gera dióxido de carbono (CO_2) como um dos subprodutos. Segundo estudos sobre mudanças climáticas, o CO_2 é um dos gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa no planeta. A construção de aterros sanitários, a princípio considerados boas alternativas para a substituição aos lixões, provoca o desmatamento, e o lixo acumulado gera metano (CH_4), gás que também contribui para a elevação da temperatura do planeta. Para controlar a emissão e prevenir seus efeitos danosos sobre o clima, um tratado internacional foi assinado por muitos países em 1997, no Japão. No chamado Protocolo de Kyoto, os governantes dos países signatários concordaram em criar metas para reduzir a emissão de CO_2 na atmosfera.

Uma das medidas adotadas na sequência foi a criação dos “créditos de carbono”, certificados emitidos quando é constatada a redução de emissão de gases do efeito estufa. Por definição, uma tonelada de CO_2 equivale a um crédito de carbono. Os créditos de carbono podem ser vendidos a empresas que necessitam reduzir a emissão de gases do efeito estufa, mas que não o fazem.

Para reduzir esses problemas, medidas governamentais vêm sendo aplicadas, como o reaproveitamento do CH_4 gerado pelos aterros sanitários na produção de energia elétrica e a implementação da coleta seletiva. Nas chamadas usinas de compostagem, materiais que podem ser reciclados ou reutilizados são separados do lixo orgânico, o qual, pela ação de microrganismos, é transformado em adubo.

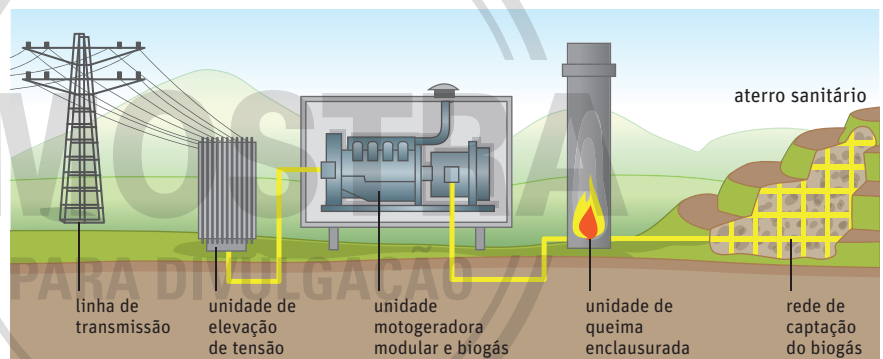
VALOR DOS GASES

Quantos créditos rende cada gás

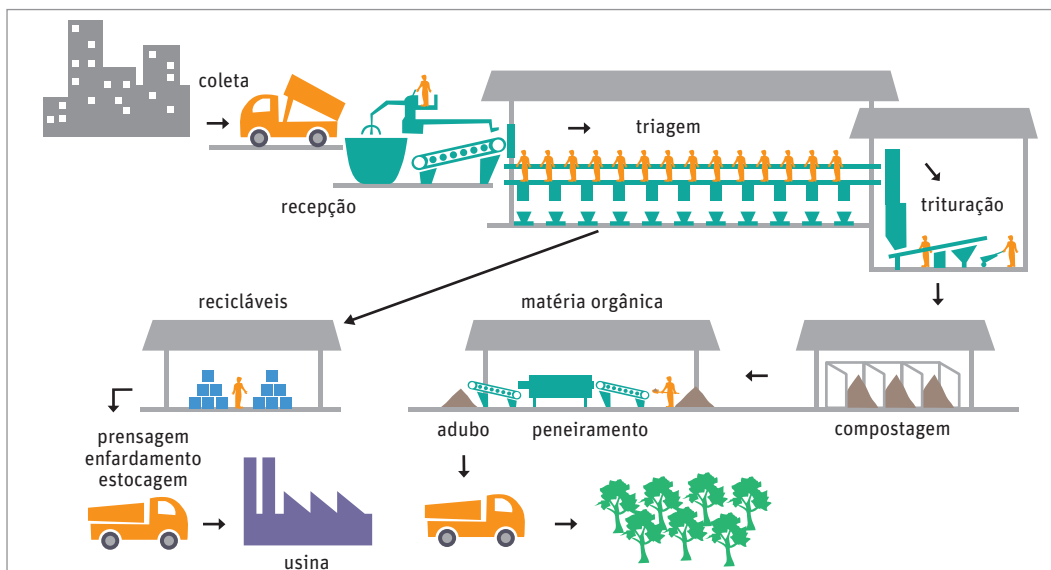
CO_2	Dióxido de carbono = 1
CH_4	Metano = 21
N_2O	Óxido nitroso = 310
HFCs	Hidrofluorcarbonetos = 140 a 11700
PFCs	Perfluorcarbonetos = 6500 a 9200
SF_6	Hexafluoreto de enxofre = 23900

Créditos de carbono por tonelada de gás que deixa de ser produzido.

Fonte de pesquisa: Agência de Proteção Ambiental (EUA). Disponível em: <<http://www.epa.gov/ozone/geninfo/gwps.html>>. Acesso em: 16 abr. 2016.



Esquema de usina de captação do gás metano, também chamado biogás, produzido pela decomposição anaeróbica natural dos resíduos orgânicos em um aterro sanitário. A produção de energia limpa pela queima do metano é uma forma de controlar esse poluente produzido no lixo, além de gerar créditos de carbono. Imagem em cores-fantasia e fora de escala.



Esquema de usina de compostagem – processo biológico de decomposição e de aproveitamento da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. A compostagem propicia um destino para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e melhorando a qualidade dos solos. Imagem em cores-fantasia e fora de escala.

Ação dos cidadãos



Tira de Hagar, o Horrível, de Dirk Browne e Chris Browne.

A tira da personagem Hagar mostra dois cavaleiros medievais recolhem lixo. Pequenas atitudes no dia a dia podem diminuir a quantidade de lixo que se observa nas cidades. Depositá-lo em locais apropriados, em vez de despejá-lo nas ruas, ou mesmo em córregos e rios, evita seu acúmulo em locais que podem dificultar a vazão da água das chuvas. As enchentes provocadas por esse motivo são um problema de saúde pública, pois representam meios de proliferação de doenças, como a leptospirose.

O trecho do rio Tietê que corta a cidade de São Paulo é considerado um dos mais poluídos do mundo. Além de ligações clandestinas de esgotos, que deságuam diretamente no rio, muitos moradores ainda têm o hábito de jogar lixo nas suas imediações. Esses detritos acabam sendo arrastados pelas chuvas para o leito do rio.

A principal medida para diminuir a quantidade de lixo produzido nas cidades consiste na redução do consumo e do desperdício, mas atitudes simples também podem contribuir:

- Reutilizar embalagens de produtos, como garrafas plásticas.
- Utilizar talheres, copos e pratos não descartáveis.
- Utilizar os dois lados das folhas de papel e, sobretudo, fazer uso de papel reciclado.
- Reutilizar sacolas plásticas e, na medida do possível, evitar seu uso.
- Separar o lixo e enviá-lo para a reciclagem.



Rio Tietê, em São Paulo (SP), próximo à Ponte das Bandeiras, na década de 1930.



Polição nas margens do Rio Tietê em Pirapora do Bom Jesus (SP), 2012.

SAIBA MAIS

Leptospirose

Leptospirose é uma infecção aguda, potencialmente grave, causada por uma bactéria do gênero *Leptospira* [...].

O contágio se dá pelo contato direto com a urina dos animais infectados ou pela exposição à água contaminada pela *Leptospira*, que penetra no organismo através das mucosas e da pele [...], e dissemina-se na corrente sanguínea.

No Brasil, os ratos [...] são os principais transmissores da doença e o número de casos aumenta na estação das chuvas, por causa das enchentes e inundações. Infelizmente, o risco não desaparece depois que o nível das águas baixa, pois a bactéria continua ativa nos resíduos úmidos durante bastante tempo.

[...]

A doença pode ser assintomática. Quando se instalam, os sintomas são febre alta que começa de repente, mal-estar, dor muscular [...], de cabeça e no tórax, olhos vermelhos [...], tosse, cansaço, calafrios, náuseas, diarreia, desidratação, [...] (manchas vermelhas no corpo), meningite.



A água de enchentes pode transmitir doenças, como a leptospirose. São Paulo (SP), 2011.

Em geral, [...] os sintomas regridem depois de três ou quatro dias. Entretanto, essa melhora pode ser transitória. Icterícia, hemorragias, complicações renais, torpor e coma são sinais da forma grave da doença, [...].

VARELLA, D. 27 abr. 2011. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/corpo-humano/leptospirose/>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

1. Em algumas cidades brasileiras, o lixo é despejado nos chamados lixões, locais sem cobertura ou tratamento, como o da fotografia abaixo.



Lixão a céu aberto em Manaquiri (AM), 2009.

Acumular lixo em lixões é uma medida inadequada por vários motivos. Leia as alternativas abaixo.

- I. Favorece a ocorrência de ratos, fonte de transmissão da leptospirose.
- II. Destroí áreas verdes, nas quais se passa a acumular lixo.
- III. Expõe a população ao mau cheiro que exala do lixo.
- IV. Favorece a ocorrência de mosquitos, vetor de doenças como a dengue.

Indique a alternativa que contém os itens corretos.

- a) Somente I e II.
 - b) Somente II e III.
 - c) Somente I, II, IV.
 - d) Todos os itens.
 - e) Somente I, III e IV.
2. Indique a alternativa que contém as vantagens da incineração do lixo.
 - a) Elimina resíduos perigosos que, se colocados em contato com a natureza, poderiam causar graves problemas ambientais.
 - b) Elimina completamente o lixo, sem deixar cinzas ou formar gases.
 - c) Reduz o volume de lixo sem liberar gases que provocam o efeito estufa.
 - d) O produto da queima pode ser utilizado como adubo orgânico de alta qualidade.
 - e) Trata-se de um processo que não requer alta tecnologia nem pessoal treinado.
 3. Leia o texto e responda às questões.

[...] A produção do adubo ou composto orgânico, como também é conhecido, se dá por meio da compostagem. Esse processo requer alguns cuidados importantes para evitar a presença de animais e odores indesejáveis. A primeira providência é dispor de recipientes, preferencialmente fechados, para a coleta diária do lixo na cozinha. Para acondicionamento de resíduos orgânicos domésticos acumulados durante um mês por uma

família com três pessoas, por exemplo, um recipiente de 80 cm de altura e 70 cm de diâmetro é suficiente. O material acumulado deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, se possível, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente.

A utilização de restos de capina, quando disponíveis, é muito útil nesse processo. O material pode ser intercalado entre uma camada e outra do lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico deverá estar pronto em cerca de dois a três meses.

AQUINO, A. Como usar o lixo orgânico em casa? É possível fazer compostagem? Revista *Ciência Hoje*, n. 249, jun. 2008. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/revista/materia/id/277/n/como-usar-o-lixo-organico-em-casa-e-possivel-fazer-compostagem>>. Acesso em: 25 maio 2016.

- a) No lixo encontram-se: papéis, cascas de frutas, sacos plásticos, fios de cobre, cacos de vidro, restos de alimentos. Faça uma relação dos materiais que podem ser reciclados via compostagem.
 - b) Qual a vantagem da preparação e utilização de adubo “orgânico” (obtido pela decomposição do lixo)?
4. O tempo necessário para a decomposição de alguns materiais está representado abaixo.



Quais materiais teriam melhor destino se fossem encaminhados para reciclagem ou reutilização e quais deveriam ser encaminhados para aterros sanitários? Justifique a sua resposta.

Atividade experimental

Fazendo papel reciclado

Objetivo

Estudar o processo como alternativa para a reciclagem desse tipo de lixo.

Material

- bacia rasa
- bacia funda
- liquidificador
- peneira grande
- panos
- papéis usados (folhas, revistas, cartões, jornais, etc.)
- jornais (para secar os papéis)
- água de torneira
- amido de milho
- desinfetante

Equipamentos de segurança

Avental de algodão com mangas compridas e óculos de proteção.

Diversos materiais podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de papel reciclado.



Martin Shields/Photosearchers/Lainstock

Procedimento

1. Pique papel em uma bacia rasa com água suficiente para cobri-lo. Deixe-o repousar por pelo menos um dia.
2. Coloque a mistura de papel e água em um liquidificador. Adicione mais água, na proporção de três partes de água para uma de papel. A “água do molho” pode ser aproveitada. Bata a mistura até obter a textura desejada.
3. Adicione, para cada litro de água, 8 colheres de sopa de amido de milho e 20 gotas de desinfetante.
4. Despeje o papel batido em uma bacia funda, com água até a metade. Agite a mistura com a mão para as partículas de papel não se depositarem no fundo.
5. Mergulhe uma peneira pela lateral da bacia até o fundo, subindo-a lentamente, sem incliná-la, a fim de aparar as partículas em suspensão e formar uma camada de papel sobre a peneira.
6. Coloque a peneira sobre um jornal, para secar a superfície inferior. Passe a mão sob a peneira inclinada para escoar a água que ficou depositada ali. Troque o jornal até não ficar mais molhado.
7. Ainda sobre o jornal, cubra a peneira com um pano e aperte para secar a superfície superior da folha. Use vários panos até que não molhem a mão no toque.
8. Vire a peneira sobre o jornal seco e bata no fundo. A folha deve soltar-se.
9. Coloque a folha entre jornais secos e deixe-a secando até o dia seguinte. Ela poderá ser prensada, com o auxílio de livros pesados e grandes, como listas telefônicas.

Resíduos

Os jornais podem ser reciclados.

Análise e discuta

1. No capítulo anterior, estudamos os polímeros. Nele, vimos que o papel é feito de um polímero natural. Que polímero é esse e qual o seu respectivo monômero?
2. O procedimento de colocar o papel na água faz com que o polímero natural seja decomposto nos seus monômeros? Justifique.
3. De que forma a reciclagem do papel pode contribuir para a redução do lixo?

5. O rio Tietê atravessa a cidade de São Paulo (SP), onde recebe dois afluentes principais: o Tamandateí e o Pinheiros, que com ele formam uma espécie de colar circundando o município – este, devido à poluição, é chamado de “o colar de esgotos” de São Paulo.

Considere as ações preventivas para impedir que um rio chegue ao estado em que se encontra o rio Tietê.

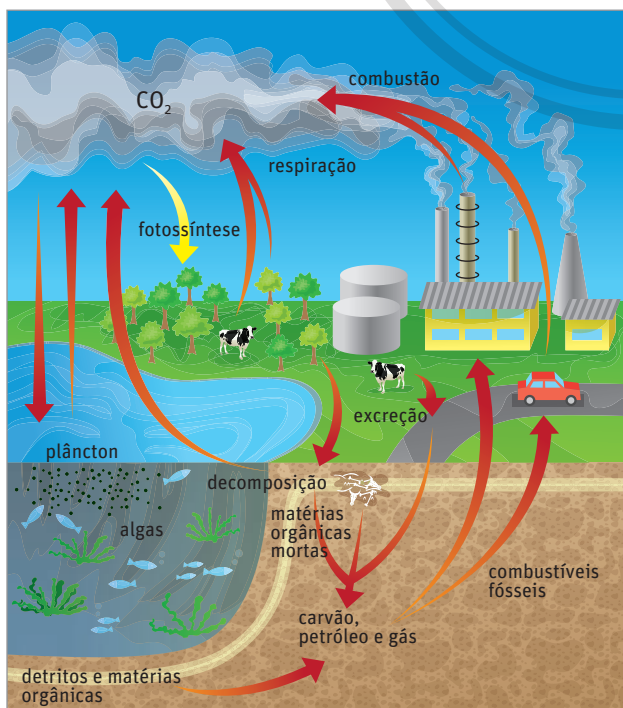
- I. Instalar rede de esgotos para evitar que os despejos domésticos cheguem ao rio.
- II. Exigir das indústrias o tratamento de seus efluentes antes de despejá-los nas águas do rio.
- III. Monitorar a ocupação dos mananciais.
- IV. Esclarecer a população acerca dos prejuízos que a poluição de um recurso hídrico pode acarretar.

A alternativa que contém todas as ações válidas é:

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

6. Leia a frase e analise o esquema do ciclo do carbono.

A implantação do programa de redução da emissão de gases que provocam o efeito estufa pelos países que assinaram o Protocolo de Kyoto cria “um mercado para a comercialização dos créditos de carbono”.



Considere as afirmações a seguir.

- I. No ciclo do carbono, que ocorre naturalmente, os átomos desse elemento circulam entre a atmosfera, os seres vivos, a litosfera e a hidrosfera.
- II. A queima de combustíveis de petróleo e a respiração dos seres vivos são processos químicos que eliminam monóxido de carbono para o ambiente atmosférico.
- III. O Protocolo de Kyoto foi aprovado com o objetivo de controlar a exploração de petróleo dos países que detêm esse recurso.

Quais afirmações estão corretas?

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

7. Cada brasileiro produz diariamente, em média, 500 gramas de lixo. Em alguns lugares, esse número chega a 2 quilos, dependendo do poder aquisitivo da população.

Cite algumas atitudes que podem colaborar para a diminuição desse problema.

8. Coleta seletiva é a coleta diferenciada de resíduos que foram previamente separados segundo a sua constituição ou composição. Ou seja, resíduos com características similares são selecionados pelo gerador (que pode ser o cidadão, uma empresa ou outra instituição) e disponibilizados para a coleta separadamente.

A logística reversa é a obrigação de os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados tipos de produtos (como pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes...) de estruturar sistemas que retornem esses produtos ao setor empresarial, para que sejam reinseridos no ciclo produtivo ou para outra destinação ambientalmente adequada.

Fonte de pesquisa: Ministério do meio ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>>. Acesso em: 25 maio 2016.

Com base no texto acima e nas informações discutidas no capítulo, responda às seguintes questões:

- a) Cite pelo menos um objetivo da coleta seletiva em relação ao bem-estar da população.
- b) Diferencie a coleta seletiva da logística reversa em termos de responsabilidade na coleta.

9. A prefeitura de São Paulo lançou em 2014 um projeto de descentralização do tratamento de resíduos orgânicos domiciliares por meio da compostagem doméstica com minhocas. Mais de duas mil pessoas foram treinadas e receberam composteiras.

A compostagem faz parte das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e é uma alternativa de destinação dos resíduos orgânicos produzidos nos domicílios dos grandes centros urbanos.

- Faça uma pesquisa e discuta como funciona uma composteira com minhocas.
- Quais resíduos orgânicos podem ser aproveitados para geração de adubo em composteiras?
- Qual a importância de políticas públicas como essa da prefeitura de São Paulo?

10. A partir de [2014], todas as cidades do país estão proibidas de usar lixões e o prefeito que desobedecer a lei pode ser multado em até R\$ 50 milhões. [...]



Antoneilo Veneri/Cociflav

Catadora no lixão de Iguatu (CE), em 2013.

Hoje, 60% dos municípios não contam com aterros sanitários. A situação é pior no Nordeste. Na semana passada, em Pernambuco, duas crianças morreram intoxicadas por alimentos estragados, apanhados em um lixão. No Ceará, segundo o governo do estado, ainda existem 280 lixões. Em Iguatu, no Ceará, cada vez que chega um caminhão, as catadoras disputam as sobras com os urubus.

BRASIL, Gioconda. Lei em vigor no país proíbe que municípios brasileiros usem lixões. *GI*, 4 abr. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2014/08/cidades-brasileiras-estao-proibidas-de-descartar-lixo-ceu-aberto.html>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

- Aponte os principais problemas que podem ser causados pelo acúmulo de lixo a céu aberto.
- O lixo urbano, apesar de ser uma questão ambiental grave, gera emprego e renda. Escreva um pequeno texto que discuta essa dualidade.

11. Considerando a necessidade de um contínuo desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável, com vistas à manutenção e melhoria da qualidade de vida em todo o globo, torna-se imperiosa uma nova conduta química para o aprimoramento de técnicas e metodologias, com a geração cada vez menor de resíduos e efluentes tóxicos. Esta filosofia, conhecida como Química Sustentável ou Química Verde, pode ser definida como “a criação, o desenvolvimento e a aplicação

de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente”.

CORREA, A. G.; ZUIN, V. G. Princípios fundamentais da Química Verde. In: CORREA, A. G.; ZUIN, V. G. (Org.). *Química Verde: fundamentos e aplicações*. São Carlos: EDUFSCar, 2009, v. 1, p. 9-22.

Com base nas reações orgânicas apresentadas neste livro, discuta ao menos duas situações em que a filosofia da Química Verde pode ser aplicada.

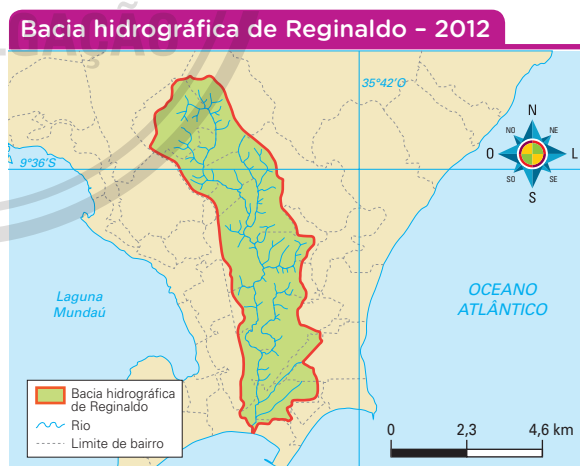
12. Leia o texto a seguir.

Plantas que filtram efluentes serão utilizadas em projeto realizado em parceria entre o IMA e a Prefeitura de Maceió.

As primeiras coletas de amostras das águas do riacho Salgadinho para o projeto Jardins Filtrantes serão feitas pela equipe do Laboratório de Estudos Ambientais do Instituto do Meio Ambiente (IMA). A ação é a primeira etapa da parceria entre o órgão e a prefeitura de Maceió para aplicar uma estratégia de despoluição que já foi utilizada em diversos países.

Técnica pode ser utilizada para despoluição do riacho Salgadinho. *Tribuna Hoje*, 18 mar. 2015. Disponível em: <<http://www.tribunahoje.com/noticia/135499/cidades/2015/03/18/tecnica-pode-ser-utilizada-para-despoluico-do-riacho-salgadinho.html>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

Após a leitura desse trecho, observe o mapa abaixo, que retrata a bacia hidrográfica de Reginaldo, da qual o riacho Salgadinho faz parte.



João Miguel A. Moreira/DBR

Fontes de pesquisa: RODRIGUES, B. T. et al. Delimitação de bacias hidrográficas e áreas de contribuição formadoras de esgoto e variáveis socioeconômicas utilizando técnicas de geoprocessamento e Secretaria Municipal do Planejamento e do Desenvolvimento de Maceió. Disponível em: <<http://www.maceio.al.gov.br/sempla/plano-diretor/>>. Acesso em: 25 maio 2016.

- Qual o impacto da poluição do riacho Salgadinho?
- Além das medidas tomadas pela prefeitura em parceria com o IMA, cite ações que podem facilitar o processo de despoluição desse riacho.
- Faça uma pesquisa sobre as estratégias de despoluição de rios utilizadas no Brasil e no mundo. Discuta os resultados da sua pesquisa com os colegas.

Queda nas sacolas plásticas em São Paulo não reduziu conforto do paulistano

Foram anos de uma batalha acirrada que colocava em lados opostos aqueles que defendiam a sacola plástica gratuita nos supermercados contra aqueles que pediam pela cobrança e mesmo a substituição por sacolas biodegradáveis.

[...]

Em janeiro [de 2015], a lei paulistana que coibiu o uso da sacola plástica comemorou seu primeiro aniversário. Nesse período de um ano, segundo a APAS – Associação Paulista de Supermercados [...] divulgou uma redução de 70% no consumo das embalagens.

[...]

Se antes da lei as pessoas pegavam quantas sacolas quisessem, a cobrança fez com que muita gente analisasse se iria mesmo precisar delas num determinado dia ou se utilizaria a até mais confortável e resistente sacola retornável.

As novas sacolas adotadas depois da lei também são ambientalmente menos agressivas já que são compostas por 51% de matérias-primas renováveis em sua composição, tais como amido de milho e cana-de-açúcar.

Um mar de plástico triste, inútil e maligno

Aos que ainda resistem à ideia de se coibir o uso das sacolas, vale analisar um alerta recentemente divulgado pela organização WWF – World Wide Foundation – dando conta de que já existem 150 milhões de toneladas de plástico nos oceanos. Segundo a ONG, até 2050 haverá mais resíduos de plásticos do que peixes boiando nos mares do planeta.

Outro dado interessante, que além de tudo remete à utilidade efêmera em contraposição à persistente

contaminação causada por esses materiais, foi apresentado no ano passado por Marco Simeoni, chefe da expedição suíça Race for Water Odyssey: das 250 milhões de toneladas de plástico produzidas por ano no planeta, cerca de 35% desse montante são usados por apenas 20 minutos, uma única vez.

O plástico é, sem dúvida, um material fantástico com múltiplas possibilidades de utilização, mas é também composto à base de petróleo e gás natural, portanto matérias-primas não renováveis, além de poluidoras e fortes contribuintes do aquecimento global.

Saber usar o plástico da melhor maneira possível, seja como sacolas plásticas ou embalagens diversas, e depois reciclar esse material para novas e nobres utilidades, traria benefícios para todos e menos malefícios às pessoas e ao meio ambiente.

Precisamos torcer para que antes que o mar se “plastifique” de uma vez, sejamos capazes de consumir com a parcimônia e o bom senso de que as novas gerações tanto vão necessitar para viver bem num futuro próximo.



Uso de sacola retornável em supermercado. São Paulo (SP), 2016.

CANTO, R. *Época Online*, 23 mar. 2016. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/03/queda-nas-sacolas-plasticas-em-sp-nao-reduziu-conforto-do-paulistano.html>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

PARA DISCUTIR

1. As sacolas plásticas representam apenas uma parcela no “mar de plástico”. Além da utilização de sacolas retornáveis, quais outras medidas devem ser tomadas para diminuir o consumo de plásticos?
2. Os plásticos podem ser classificados conforme suas características de fusão. Os termoplásticos são aqueles que amolecem ao serem aquecidos, podendo ser moldados. Os termorrígidos ou termofixos são aqueles que não se fundem quando aquecidos. Pesquise exemplos de plásticos termorrígidos e discuta o impacto no meio ambiente da sua utilização.
3. Reflita sobre as medidas socioeducativas que poderiam ser realizadas para aumentar o número de pessoas que realizam o descarte adequado de resíduos, considerando pilhas, baterias, medicamentos e materiais recicláveis, além do plástico.

13. (Enem) O lixão que recebia 130 toneladas de lixo e contaminava a região com o seu chorume (líquido derivado da decomposição de compostos orgânicos) foi recuperado, transformando-se em um aterro sanitário controlado, mudando a qualidade de vida e a paisagem e proporcionando condições dignas de trabalho para os que dele subsistiam.

Revista *Promoção da Saúde da Secretaria de Políticas de Saúde*, ano 1, n. 4, dez. 2000. Adaptado.

Quais procedimentos técnicos tornam o aterro sanitário mais vantajoso que o lixão, em relação às problemáticas abordadas no texto?

- O lixo é recolhido e incinerado pela combustão a altas temperaturas.
- O lixo hospitalar é separado para ser enterrado e, sobre ele, colocada cal virgem.
- O lixo orgânico e inorgânico é encoberto, e o chorume, canalizado para ser tratado e neutralizado.
- O lixo orgânico é completamente separado do lixo inorgânico, evitando a formação de chorume.
- O lixo industrial é separado e acondicionado de forma adequada, formando uma bolsa de resíduos.

14. (Enem) Um grupo de estudantes, saindo de uma escola, observou uma pessoa catando latinhas de alumínio jogadas na calçada. Um deles considerou curioso que a falta de civilidade de quem deixa lixo pelas ruas acaba sendo útil para a subsistência de um desempregado. Outro estudante comentou o significado econômico da sucata recolhida, pois ouvira dizer que a maior parte do alumínio das latas estaria sendo reciclada. Tentando sintetizar o que estava sendo observado, um terceiro estudante fez três anotações, que apresentou em aula no dia seguinte:

- A catação de latinhas é prejudicial à indústria de alumínio.
- A situação observada nas ruas revela uma condição de duplo desequilíbrio: do ser humano com a natureza e dos seres humanos entre si.
- Atividades humanas resultantes de problemas sociais e ambientais podem gerar reflexos (refletir) na economia.

Dessas afirmações, você tenderia a concordar, apenas, com:

- I e II.
- I e III.
- II e III.
- II.
- III.

15. (UFPB) A digestão anaeróbica é um processo eficiente para tratamento de resíduos agroindustriais

e de parte do lixo doméstico. Nesse processo, ocorre a formação do biogás (metano), que vem sendo utilizado em usinas termoelétricas para produzir energia elétrica. Essa forma de geração de energia é uma das saídas para o aproveitamento desses resíduos e já vem sendo empregada em algumas cidades do Brasil.

A respeito do biogás, é **correto** afirmar:

- O metano é o poluente causador da chuva ácida.
- O metano é um poluente e contribui para agravar o aquecimento global.
- A combustão do metano contribui para o aumento do buraco na camada de ozônio.
- A combustão completa do metano forma fuligem (carbono).
- A combustão incompleta do metano produz dióxido de carbono e água.

16. (Enem) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem. Um exemplo de reciclagem é a utilização de:

- garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- garrafas PET recortadas em tiras para a fabricação de cerdas de vassouras.

17. (Enem) Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera. Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

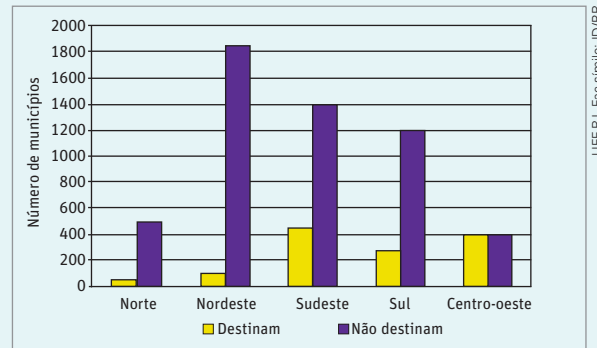
- aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

18. (Enem) O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis. Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.
- a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

19. (UFF-RJ) Tendo em vista que aterro sanitário é uma forma de disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas, e é objeto de investimentos governamentais, analise o gráfico abaixo.



Sobre o destino do lixo no Brasil, analise as seguintes afirmativas:

I) Mais de 60% dos municípios dispõem o lixo adequadamente em aterros sanitários em todas as grandes regiões brasileiras.

II) Na região Sudeste existe um número maior de municípios dispendo o lixo em aterros sanitários do que nas regiões Sul e Nordeste reunidas.

III) Os dados do gráfico permitem deduzir que os investimentos públicos em relação à correta destinação do lixo são insuficientes.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- I e II, apenas.
- I, II e III.
- I e III, apenas.
- II e III, apenas.
- I, apenas.

Para explorar

Leia

Cadernos temáticos. Revista Química Nova na Escola, n. 1, maio 2001.

O volume aborda, além da questão do lixo, os seguintes temas: evolução da atmosfera terrestre e a Química atmosférica, tratamento de esgotos, introdução à Química ambiental e poluição e tratamento da água.

Carboidratos: estrutura, propriedade e funções. Revista Química Nova na Escola, n. 29, ago. 2008, p. 3-7.

O artigo apresenta informações sobre as propriedades e as funções dos carboidratos. Também há sugestões de atividades experimentais para o estudo de algumas propriedades dessas substâncias.

Polímeros e interações intermoleculares. Revista Química Nova na Escola, n. 23, maio 2006, p. 19-22.

O artigo mostra a possibilidade de trabalhar o conceito de interações moleculares utilizando experimentos simples, em que se empregam materiais poliméricos de uso cotidiano.

Assista

Lixo extraordinário. Direção: Lucy Walker. Brasil/Reino Unido, 2010. DVD (99 minutos).

Filmado ao longo de dois anos (agosto de 2007 a maio de 2009), o documentário acompanha o trabalho do artista plástico Vik Muniz em um dos maiores aterros sanitários do mundo: o Jardim Gramacho, na periferia do Rio de Janeiro.

A era do plástico

Denomina-se de **periodização da História** à divisão da História, com finalidade didática, em épocas, períodos, idades ou eras. Embora qualquer classificação tenha um caráter artificial e esteja baseada no ponto de vista de um grupo de pessoas que elaboraram, compartimentar o conhecimento nos ajuda a compreender melhor os fenômenos.

A história nos relata descobertas, invenções e feitos que ocorreram na humanidade. Os historiadores dividem os acontecimentos por períodos utilizando vários critérios, como a escrita, a matéria-prima básica de ferramentas, o sistema político-econômico predominante, etc.

A “Pré-história”, por exemplo, como definida pelos europeus e bastante criticada pela historiografia atual, é o período anterior à criação da escrita pelos povos da Mesopotâmia. Esse período costuma ser dividido em 3 Eras ou “Idades”. Veja abaixo um resumo de cada uma:

- **Paleolítico**, também chamado de Idade da Pedra Lascada, é o período onde os humanos eram nômades, ou seja, migravam em função do clima e da abundância de alimentos. Para caçar utilizavam instrumentos feitos de pedra, como machados e flechas.
- **Neolítico**, também chamado de Idade da Pedra Polida, é o período onde há o desenvolvimento da agricultura, e os seres humanos pouco a pouco diminuem as práticas de caça, coleta e migração, passando a plantar e criar animais. É claro que, paralelamente ao uso da pedra, utilizavam-se ferramentas confeccionadas com outros materiais, tais como a madeira, o osso e a argila.
- **Idade dos metais**, período subdividido em Idade do Cobre, Idade do Bronze e Idade do Ferro. O domínio do fogo e o desenvolvimento das técnicas de metalurgia permitiram a fabricação de diferentes objetos de metal. A princípio, utilizavam-se como matéria-prima o cobre, o ouro, a prata e o estanho. A adição de estanho ao cobre proporcionou a formação de um novo material, mais resistente que os outros metais, o bronze. Posteriormente, com o desenvolvimento de fornos que atingiam maiores temperaturas, foi possível extrair o ferro dos minerais e confeccionar instrumentos mais resistentes que o bronze.

A “Era dos plásticos”

No início do século XX, o químico belga naturalizado americano Leo Baekeland (1863-1944) estava tentando solucionar um problema enfrentado pela crescente indústria elétrica: obter um material mau condutor elétrico em grande quantidade e a baixo custo. Por séculos, a indústria elétrica utilizou a goma-laca, uma resina natural produzida pelo parasita cochonilha (*Laccifer lacca*).

Baekeland decidiu trabalhar com fenóis e formaldeídos, duas substâncias sintéticas abundantes e baratas. Ele sabia que o ponto-chave era interromper a polimerização no momento certo, entretanto ele não conseguia chegar a um produto sintético parecido com a goma-laca. Uma vez que o fenol e o formaldeído juntos resultavam em um material duro, Baekeland decidiu dar um novo rumo à sua pesquisa. Em vez de retardar a polimerização, ele a apressou, empregando calor e pressão. Utilizando uma autoclave (recipiente hermético usado para aquecer líquidos em temperaturas elevadas), ele obteve uma massa cor de âmbar que podia ser moldada em qualquer objeto. Esse foi o primeiro plástico totalmente sintético e comercialmente viável produzido e foi chamado **baquelite** em homenagem a seu inventor. Começava ali, em 1907, o que talvez os nossos descendentes, no futuro, chamem de a **Era do plástico**.

A baquelite ficou conhecida como o “material dos mil usos”: de bijuterias a rádios passando por brinquedos, telefones, bolas de bilhar e máquinas fotográficas. Como não pode ser refundida, virou até moeda na Indonésia durante a Segunda Guerra Mundial.

Desde então, centenas de polímeros foram criados, tais como o poliéster (1932), o PVC (1933), o náilon (1938), o poliuretano (1939), o teflon (1941) e o silicone (1943).

Observa-se que, ao longo do tempo, os seres humanos conseguiram transpor as barreiras impostas pela natureza por meio do desenvolvimento de soluções práticas para as necessidades do dia a dia. E a cada nova “necessidade” da vida moderna logo emerge dos laboratórios um material sintético mais abundante, uniforme e econômico.

Química e História

A substituição progressiva dos materiais naturais pelos materiais sintéticos mudou o conceito de forma e utilidade dos objetos que o ser humano estava acostumado a manusear em seu cotidiano. Raros foram os materiais tradicionais que não perderam espaço para o plástico. A borracha natural compete com o neopreno; o algodão, a seda, a lã e o couro competem com o náilon; pedra, madeira e ferro competem com a baquelite, o poliestireno, o polipropileno e outros tantos; o vidro compete com o PVC, o poliéster e o policarbonato. Entretanto, deve ficar claro que o desenvolvimento dos materiais e das ferramentas passa por um processo de acumulação. O uso da pedra polida não eliminou completamente os utensílios de pedra lascada, o cobre não excluiu totalmente o uso de pedras, o bronze não dispensou completamente o uso do cobre, o ferro não baniu o uso do bronze e nem o plástico eliminou o uso de outros materiais.



Lâmina de 8,5 cm de um machado de mão do período Paleolítico encontrado em Versigny, França (A). Lâmina de um machado da Idade do Bronze (2000-700 a.C.) encontrado em Bretanha, França (B). Diferentes objetos que contêm baquelite. No sentido horário, tem-se: disco de vinil, bolas de bilhar, máquina de escrever, telefone antigo, colar e interruptor (C).

Fontes de pesquisa disponíveis em: <<http://acervo.revistabula.com/posts/animaucinixtro/o-homem-da-idade-do-plastico-e-a-servidao>>; <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2006/03/01/a-era-do-plastico/>>; <<http://www.inp.org.br/pt/fiquepordentro.asp>>. Acessos em: 18 abr. 2016.

ATIVIDADES

1. Faça uma crítica aos marcos escolhidos para a periodização clássica da História da humanidade. Quais acontecimentos você escolheria como marcos para a periodização da História da humanidade?
2. Tente passar um dia sem utilizar nada que contenha um material polimérico sintético. Em grupos de três ou quatro alunos, escreva um resumo relatando a experiência de vocês e, sob orientação do professor, eleja um dos integrantes do grupo para realizar a comunicação para a turma.
3. Os arqueólogos no futuro terão dificuldades em comprovar a prevalência do plástico em nossa época?
4. Represente a equação da polimerização da baquelite.
5. As resinas podem ser classificadas em termofixas (termorrígidas) ou termoplásticas. Na produção de objetos de plástico, a resina é aquecida até sua plastificação, estado em que é colocada em moldes que lhe conferem a forma final de uso, sendo posteriormente esfriada até a temperatura ambiente, na qual se apresenta sólida. Ambos os tipos, os termofixos e os termoplásticos, têm, até esse ponto, comportamento geral parecido. Entretanto, se, após a solidificação, aquece-se o material novamente até a temperatura de plastificação, nota-se que a resina termoplástica novamente amolece, enquanto a termofixa se mantém sólida. Continuando o aquecimento da termofixa, observa-se que ela carboniza sem amolecer. Com base nas aplicações da baquelite apresentadas no texto e nas informações acima, classifique a baquelite em termofixa ou termoplástica.

❖ Projeto 2

Plásticos

Consumo consciente, uso, reciclagem e reaproveitamento

O que você irá fazer

Você e seus colegas irão organizar na escola peças teatrais curtas (esquetes) que terão como objetivo esclarecer alunos, funcionários, familiares e outras pessoas de sua comunidade sobre o uso dos plásticos, sua reciclagem, seu reaproveitamento e os impactos ambientais que podem acarretar. Essa atividade estimula a adoção de atitudes cotidianas de consumo sustentável e alerta sobre o descarte adequado desses materiais.

Para organizar esse evento, você e seus colegas irão se dividir em oito equipes que deverão cumprir as seguintes etapas:

1. Preparar cartazes para a divulgação do evento.
2. Escolher e organizar o espaço para a exposição e para as sessões.
3. Produzir um roteiro com a ajuda do professor de educação artística ou teatro.
4. Escolher e/ou produzir figurino(s), cenário(s), objeto(s) de cena e adereços.
5. Representar personagens.

Desenvolvimento do conteúdo

O evento irá tratar de situações próximas à realidade da comunidade que envolvam um dos seguintes temas: uso, consumo, desperdício, impacto ambiental dos plásticos e consumo sustentável. Os plásticos estão cada vez mais presentes na nossa vida diária, além de fazerem parte da construção civil (tubulações, coberturas), das indústrias automobilística (assentos, painéis, acessórios) e eletrônica (circuitos, botões, capas de fios, caixas de televisão), da medicina (equipamentos, seringas, bolsas), das embalagens (sacos, garrafas, engradados), das artes plásticas (resinas, aditivos), de brinquedos e decoração.

Entretanto, com o aumento cada vez maior do consumo e da poluição decorrente do descarte indevido, são indispensáveis ações que tenham como objetivo o consumo consciente, a reciclagem e o reaproveitamento desses materiais.

Na tabela a seguir é sugerido um conjunto de temas e assuntos que podem ser trabalhados nos esquetes. Com a ajuda do professor, a classe irá discutir se esses itens são suficientes, se é necessário adicionar outros ou modificá-los.

Tema	Assuntos a serem abordados
Usos de plásticos	Vantagens e desvantagens dos plásticos, impactos ambientais da produção e utilização inadequada desses materiais.
Descarte de plásticos usados	Descarte, desperdício, importância da reciclagem e do reaproveitamento.
Consumo sustentável	Procedimentos que levem à conscientização e estimulem o consumo sustentável.

Pesquisa

Decididos os tópicos, a classe deverá levantar informações sobre cada um deles.

A finalidade desse levantamento é obter dados e informações para que o roteiro possa ser escrito. Veja, a seguir, algumas sugestões de fontes de pesquisa.

1. Livros técnicos especializados, como os seguintes:
 - PIVA, Ana Magda; WIEBECK, Helio. *Reciclagem do plástico*. São Paulo: Artliber, 2004.
 - Manuais da instituição Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre): *A Indústria Ecoeficiente (3 R's)* e *Reciclagem: Ontem, Hoje, Sempre*.

❖ Projeto 2

2. Artigos de jornais e revistas de circulação nacional.

A maioria dos jornais e das revistas veicula artigos e matérias relacionados a plásticos.

3. Páginas de internet.

Para fazer esse tipo de pesquisa, é preciso selecionar *sites* confiáveis, como os de órgãos públicos, universidades e organizações não governamentais especializadas. Alguns exemplos estão indicados a seguir.

- Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>.

Acesso em: 18 abr. 2016.

- Instituto Akatu – Pelo consumo consciente.

Disponível em: <<http://www.akatu.org.br>>.

Acesso em: 18 abr. 2016.

- TerrAzul – Ecologia, saúde, cidadania.

Disponível em: <<http://www.terrazul.m2014.net/spip.php?article238>>.

Acesso em: 18 abr. 2016.

Tratamento das informações

Você e seus colegas devem ter coletado na pesquisa um bom número de dados e informações. Com a ajuda do professor e com seus colegas, procure selecionar aqueles que realmente são úteis para a elaboração de uma situação que será trabalhada na peça, por exemplo, os problemas enfrentados pelo uso excessivo das sacolas plásticas e pelo descarte em locais impróprios.

Organização das ações

Equipe 1

Responsável pela divulgação do evento.

Caberá a essa equipe:

- elaborar cartazes para divulgação do evento. Cada cartaz deve ser confeccionado de modo a chamar a atenção do público. Deve ser escrito em letras grandes e conter informações como data, horário, títulos e sinopses dos esquetes, chamadas de lançamento e local do evento. Eles podem ser feitos manualmente ou no computador. É importante fixá-los apenas em locais permitidos (como murais e quadros de avisos);
- visitar todos os setores administrativos da escola e as salas de aula para divulgar o evento, solicitando a todos que convidem seus amigos e parentes para visitarem a escola.

Equipes 2 a 4

Responsáveis pela preparação de cenário(s), adereços, objetos de cena e figurinos.

Caberá a essas equipes, com ajuda do professor de educação artística/teatro:

- produzir o(s) cenário(s) tendo em vista o tema e a abordagem escolhidos na(s) obra(s) cênica(s);
- escolher ou produzir o figurino, ou seja, o traje utilizado pelas personagens. Nessa escolha, deve-se considerar a época e o local da história, bem como o perfil psicológico das personagens;
- produzir ou escolher os adereços e os objetos de cena. Os adereços são objetos que compõem as personagens durante uma ação (uma bengala, uma bolsa, uma carteira); os objetos de cena compõem o cenário e podem ou não participar da ação da personagem (um vaso, um copo de água que é consumido durante a encenação, etc.).

Equipe 5

Responsável pela preparação do roteiro.

Caberá a essa equipe:

- organizar e produzir um roteiro baseando-se nas informações discutidas no tópico escolhido. O roteiro de teatro pode ser resumido como a composição de diálogos (falas), estados emocionais e ações das personagens e as indicações de cenas (rubricas – descrevem o que acontece em cena). Para produzi-lo, é necessário que se estabeleça, previamente, o local (em que ocorre) e a época da ação. Outro ponto importante é a escolha das personagens e das características de cada uma delas (aparência, personalidade, etc.). Essa definição facilita a atuação da personagem.

Equipes 6 e 7

Responsáveis pela atuação nas peças teatrais curtas.

Caberá a essas equipes:

- representar as personagens criadas pela equipe de roteiro. A atuação envolve diversos recursos, como a expressão facial, os gestos e a voz (entonação) do ator para transmitir ao espectador a informação ou a sensação desejada;
- no caso de haver mais de uma peça no evento, uma das equipes ajudará a outra recolhendo os objetos de cena e mudando o cenário (se necessário).

Equipe 8

Comissão organizadora, responsável pela organização geral do evento.

Caberá a essa equipe:

- escolher a melhor data e o período para o evento;
- providenciar locais para os esquetes, as sessões de abertura, o encerramento e os ensaios (sala de aula, auditório, salões e pátio, por exemplo);
- orientar e acomodar o público no dia do evento;
- preparar um “registro de visitas” para que as pessoas escrevam seus nomes e seus comentários. Esse registro pode ser feito em um caderno pautado, com páginas numeradas.

Visitante número	Nome	Cidade/bairro	Comentários
1			
2			

Todas essas tarefas devem ser discutidas com o(a) professor(a).

Avaliação do trabalho

Faça com seus colegas de classe uma reunião para a avaliação de todo o processo e dos resultados alcançados. Veja, a seguir, algumas sugestões de itens para a pauta de discussão.

1. A organização do trabalho foi eficiente? O que mudariam em um próximo evento?
2. Na opinião da classe, o evento atingiu os objetivos propostos?
3. A classe acha que os espectadores entenderam a mensagem e a proposta da(s) peça(s)? Ficaram interessados no assunto?
4. Os esquetes foram bem produzidos? O público se interessou pelos assuntos abordados no evento?

Referências bibliográficas

- BETTELHEIM, F. A. et al. *Introduction to General, Organic, and Biochemistry*. Belmont: Brooks/Cole, 2004.
- BLEI, I.; ODIAN, G. *General, Organic and Biochemistry: connecting Chemistry to your life*. New York: W. H. Freeman and Company, 2000.
- BOYD, Robert N.; MORRISON, Robert T. *Química orgânica*. 7. ed. Trad. M. Alves da Silva. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1973.
- BROWN, W. H. et al. *Organic Chemistry*. Belmont: Brooks/Cole, 2005.
- BRUCE, P. Y. *Organic Chemistry*. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- CAMPOS, Marcello de Moura. *Química orgânica*. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1976. v. 1 e 2.
- CAREY, F. A. *Organic Chemistry*. New York: McGraw Hill, 2006.
- CLAYDEN, J. et al. *Organic Chemistry*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- HEIN, M. et al. *Introduction to General, Organic and Biochemistry*. Hoboken: John Wiley, 2005.
- MARCH, J.; SMITH, M. B. *Advanced Organic Chemistry*. New York: John Wiley, 2001.
- MASTERTON, W. L.; HURLEY, C. N. *Chemistry: principles and reactions*. Belmont: Brooks/Cole, 2001.
- MCMURRY, J.; CASTELLION, Mary E. *Fundamentals of General, Organic, and Biological Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- MCMURRY, J. *Química orgânica*. São Paulo: Thomson, 2005.
- MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. *Organic Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall, 1992.
- PANICO, R. et al. *Guia Iupac para a nomenclatura de compostos orgânicos*. Trad. Ana Cristina Fernandes et al. Lisboa: Lidel, 2002.
- ROBERTS, Royston M. *Descobertas acidentais em Ciências*. Campinas: Papirus, 1993.
- SNYDER, Carl H. *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig B. *Química orgânica*. Trad. Whei Oh Lin. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001. v. 1 e 2.
- STREITWIESER, A. et al. *Introduction to Organic Chemistry*. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- SYKES, P. *A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry*. 6. ed. New York: Longman, 1995.
- TIMBERLAKE, Karen C. *General, Organic and Biological Chemistry: structures of life*. San Francisco: Pearson Education, 2004.
- VOET, D.; VOET, J. G. *Biochemistry*. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- VOLLHARDT, K. P.; SCHORE, N. E. *Organic Chemistry*. New York: W. H. Freeman and Company, 2000.
- _____. *Química orgânica: estrutura e função*. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro et al. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

Siglas dos exames e das universidades

Cesgranrio-RJ – Centro de Seleção de Candidatos ao Ensino Superior do Grande Rio

Enem – Exame Nacional do Ensino Médio

Fatec-SP – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

FPS-PE – Faculdade Pernambucana de Saúde

Fuvest-SP – Fundação Universitária para o Vestibular

IFSP – Instituto Federal de São Paulo

IME-RJ – Instituto Militar de Engenharia

ITA-SP – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Mackenzie-SP – Universidade Presbiteriana Mackenzie

PUC-Campinas-SP – Pontifícia Universidade Católica de Campinas

PUC-MG – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

PUC-PR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná

PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

UCSal-BA – Universidade Católica de Salvador

Udesc – Universidade do Estado de Santa Catarina

UEA-AM – Universidade do Estado do Amazonas

Uece – Universidade Estadual do Ceará

UEG-GO – Universidade Estadual de Goiás

UEL-PR – Universidade Estadual de Londrina

UEPG-PR – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Uerj – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Uern – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Uespi – Universidade Estadual do Piauí

Ufam – Universidade Federal do Amazonas

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFC-CE – Universidade Federal do Ceará

Ufes – Universidade Federal do Espírito Santo

UFF-RJ – Universidade Federal Fluminense

UFG-GO – Universidade Federal de Goiás

Ufla-MG – Universidade Federal de Lavras

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFPel-RS – Universidade Federal de Pelotas

UFPI – Universidade Federal do Piauí

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFRGS-RS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCar-SP – Universidade Federal de São Carlos

UFSJ-MG – Universidade Federal de São João Del-Rei

UFS-SE – Universidade Federal de Sergipe

UFSM-RS – Universidade Federal de Santa Maria

UFTM-MG – Universidade Federal do Triângulo Mineiro

UFU-MG – Universidade Federal de Uberlândia

UFV-MG – Universidade Federal de Viçosa

Unaerp-SP – Universidade de Ribeirão Preto

Unesp – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Unicap-CE – Universidade Católica de Pernambuco

Unicamp-SP – Universidade Estadual de Campinas

Unifap – Universidade Federal do Amapá

Unifesp – Universidade Federal de São Paulo

Unifor-CE – Universidade de Fortaleza

Unisinos-RS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Unitau-SP – Universidade de Taubaté

UPE – Universidade de Pernambuco

UPF-RS – Universidade de Passo Fundo



1 5 8 9 8 4

ISBN 978-85-418-1393-8



9 788541 813938