

C E E J A



MUNDO DO
TRABALHO

QUÍMICA

CADERNO DO ESTUDANTE

ENSINO MÉDIO
VOLUME 3

Nos Cadernos do Programa Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Mundo do Trabalho/CEEJA são indicados sites para o aprofundamento de conhecimentos, como fonte de consulta dos conteúdos apresentados e como referências bibliográficas. Todos esses endereços eletrônicos foram verificados. No entanto, como a internet é um meio dinâmico e sujeito a mudanças, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação não garante que os sites indicados permaneçam acessíveis ou inalterados após a data de consulta impressa neste material.

A Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias do País, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas neste material que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Química : caderno do estudante. São Paulo: Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI) : Secretaria da Educação (SEE), 2015.

il. - - (Educação de Jovens e Adultos (EJA) : Mundo do Trabalho modalidade semipresencial, v. 3)

Conteúdo: v. 3. 3ª série do Ensino Médio.

ISBN: 978-85-8312-157-2 (Impresso)

978-85-8312-129-9 (Digital)

1. Química – Estudo e ensino. 2. Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Ensino Médio. 3. Modalidade Semipresencial. I. Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação. II. Secretaria da Educação. III. Título.

CDD: 372.5

FICHA CATALOGRÁFICA

Tatiane Silva Massucato Arias – CRB-8 / 7262



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Geraldo Alckmin

Governador

**Secretaria de Desenvolvimento Econômico,
Ciência, Tecnologia e Inovação**

Márcio Luiz França Gomes

Secretário

Cláudio Valverde

Secretário-Adjunto

Maurício Juvenal

Chefe de Gabinete

Marco Antonio da Silva

*Coordenador de Ensino Técnico,
Tecnológico e Profissionalizante*

Secretaria da Educação

Herman Voorwald

Secretário

Cleide Bauab Eid Bochi

Secretária-Adjunta

Fernando Padula Novaes

Chefe de Gabinete

Ghisleine Trigo Silveira

Coordenadora de Gestão da Educação Básica

Mertila Larcher de Moraes

Diretora do Centro de Educação de Jovens e Adultos

Adriana Aparecida de Oliveira, Adriana dos Santos
Cunha, Durcilene Maria de Araujo Rodrigues,
Gisele Fernandes Silveira Farisco, Luiz Carlos Tozetto,
Raul Ravanelli Neto, Sabrina Moreira Rocha,
Virginia Nunes de Oliveira Mendes
Técnicos do Centro de Educação de Jovens e Adultos

Concepção do Programa e elaboração de conteúdos

Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

Coordenação Geral do Projeto
Ernesto Mascellani Neto

Equipe Técnica
Cibele Rodrigues Silva, João Mota Jr. e Raphael Lebsa do Prado

Fundação do Desenvolvimento Administrativo – Fundap

Wanderley Messias da Costa
Diretor Executivo

Márgara Raquel Cunha
Diretora Técnica de Formação Profissional

Coordenação Executiva do Projeto
José Lucas Cordeiro

Coordenação Técnica
Impressos: Dilma Fabri Marão Pichoneri
Vídeos: Cristiane Ballerini

Equipe Técnica e Pedagógica
Ana Paula Alves de Lavos, Carlos Ricardo Bifi, Elen Cristina
S. K. Vaz Döppenschmitt, Emily Hozokawa Dias, Fabiana
de Cássia Rodrigues, Fernando Manzieri Heder, Herbert

Rodrigues, Jonathan Nascimento, Laís Schalch, Liliane
Bordignon de Souza, Maria Helena de Castro Lima, Paula
Marcia Ciacco da Silva Dias, Rodnei Pereira, Selma Borghi
Venco e Walkiria Rigolon

Autores
Arte: Roseli Ventrella e Terezinha Guerra; *Biologia*: José Manoel
Martins, Marcos Egelstein, Maria Graciete Carramate Lopes
e Vinicius Signorelli; *Filosofia*: Juliana Litvin de Almeida e
Tiago Abreu Nogueira; *Física*: Gustavo Isaac Killner; *Geografia*:
Roberto Giansanti e Silas Martins Junqueira; *História*: Denise
Mendes e Márcia Juliana Santos; *Inglês*: Eduardo Portela;
Língua Portuguesa: Kátia Lomba Brakling; *Matemática*: Antonio
José Lopes; *Química*: Olímpio Salgado; *Sociologia*: Dilma Fabri
Marão Pichoneri e Selma Borghi Venco

Gestão do processo de produção editorial

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

Mauro de Mesquita Spínola
Presidente da Diretoria Executiva

José Joaquim do Amaral Ferreira
Vice-Presidente da Diretoria Executiva

Gestão de Tecnologias em Educação

Direção da Área
Guilherme Ary Plonski

Coordenação Executiva do Projeto
Angela Sprenger e Beatriz Scavazza

Gestão do Portal
Luis Marcio Barbosa, Luiz Carlos Gonçalves, Sonia Akimoto e
Wilder Rogério de Oliveira

Gestão de Comunicação
Ane do Valle

Gestão Editorial
Denise Blanes

Equipe de Produção
Editorial: Carolina Grego Donadio e Paulo Mendes
Equipe Editorial: Adriana Ayami Takimoto, Airton Dantas
de Araújo, Alícia Toffani, Amarilis L. Maciel, Ana Paula S.
Bezerra, Andressa Serena de Oliveira, Bárbara Odria Vieira,
Carolina H. Mestriner, Caroline Domingos de Souza, Cíntia

Leitão, Cláudia Letícia Vendrame Santos, David dos Santos
Silva, Eloiza Mendes Lopes, Érika Domingues do Nascimento,
Fernanda Brito Bincoletto, Flávia Beraldo Ferrare, Jean Kleber
Silva, Leonardo Gonçalves, Lorena Vita Ferreira, Lucas Puntel
Carrasco, Luiza Thebas, Mainã Greeb Vicente, Marcus Ecclissi,
Maria Inez de Souza, Mariana Padoan, Natália Kessuani Bego
Maurício, Olivia Frade Zambone, Paula Felix Palma, Pedro
Carvalho, Polyanna Costa, Priscila Risso, Raquel Benchimol
Rosenthal, Tatiana F. Souza, Tatiana Pavanelli Valsi, Thaís Nori
Cornetta, Thamires Carolline Balog de Mattos e Vanessa Bianco
Felix de Oliveira

Direitos autorais e iconografia: Ana Beatriz Freire, Aparecido
Francisco, Fernanda Catalão, José Carlos Augusto, Larissa Polix
Barbosa, Maria Magalhães de Alencastro, Mayara Ribeiro de
Souza, Priscila Garofalo, Rita De Luca, Roberto Polacov, Sandro
Carrasco e Stella Mesquita

Apoio à produção: Aparecida Ferraz da Silva, Fernanda Queiroz,
Luiz Roberto Vital Pinto, Maria Regina Xavier de Brito, Natália
S. Moreira e Valéria Aranha

Projeto gráfico-editorial e diagramação: R2 Editorial, Michelangelo
Russo e Casa de Ideias

CTP, Impressão e Acabamento
Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

Caro(a) estudante

É com grande satisfação que a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, em parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação, apresenta os Cadernos do Estudante do Programa Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Mundo do Trabalho para os Centros Estaduais de Educação de Jovens e Adultos (CEEJAs). A proposta é oferecer um material pedagógico de fácil compreensão, que favoreça seu retorno aos estudos.

Sabemos quanto é difícil para quem trabalha ou procura um emprego se dedicar aos estudos, principalmente quando se parou de estudar há algum tempo.

O Programa nasceu da constatação de que os estudantes jovens e adultos têm experiências pessoais que devem ser consideradas no processo de aprendizagem. Trata-se de um conjunto de experiências, conhecimentos e convicções que se formou ao longo da vida. Dessa forma, procuramos respeitar a trajetória daqueles que apostaram na educação como o caminho para a conquista de um futuro melhor.

Nos Cadernos e vídeos que fazem parte do seu material de estudo, você perceberá a nossa preocupação em estabelecer um diálogo com o mundo do trabalho e respeitar as especificidades da modalidade de ensino semipresencial praticada nos CEEJAs.

Esperamos que você conclua o Ensino Médio e, posteriormente, continue estudando e buscando conhecimentos importantes para seu desenvolvimento e sua participação na sociedade. Afinal, o conhecimento é o bem mais valioso que adquirimos na vida e o único que se acumula por toda a nossa existência.

Bons estudos!

Secretaria da Educação

Secretaria de Desenvolvimento
Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

Estudar na idade adulta sempre demanda maior esforço, dado o acúmulo de responsabilidades (trabalho, família, atividades domésticas etc.), e a necessidade de estar diariamente em uma escola é, muitas vezes, um obstáculo para a retomada dos estudos, sobretudo devido à dificuldade de se conciliar estudo e trabalho. Nesse contexto, os Centros Estaduais de Educação de Jovens e Adultos (CEEJAs) têm se constituído em uma alternativa para garantir o direito à educação aos que não conseguem frequentar regularmente a escola, tendo, assim, a opção de realizar um curso com presença flexível.

Para apoiar estudantes como você ao longo de seu percurso escolar, o Programa Educação de Jovens e Adultos (EJA) – Mundo do Trabalho produziu materiais especificamente para os CEEJAs. Eles foram elaborados para atender a uma justa e antiga reivindicação de estudantes, professores e sociedade em geral: poder contar com materiais de apoio específicos para os estudos desse segmento.

Esses materiais são seus e, assim, você poderá estudar nos momentos mais adequados – conforme os horários que dispõe –, compartilhá-los com sua família, amigos etc. e guardá-los, para sempre estarem à mão no caso de futuras consultas.

Os Cadernos do Estudante apresentam textos que abordam e discutem os conteúdos propostos para cada disciplina e também atividades cujas respostas você poderá registrar no próprio material. Nesses Cadernos, você ainda terá espaço para registrar suas dúvidas, para que possa discuti-las com o professor sempre que for ao CEEJA.

Os vídeos que acompanham os Cadernos do Estudante, por sua vez, explicam, exemplificam e ampliam alguns dos assuntos tratados nos Cadernos, oferecendo informações que vão ajudá-lo a compreender melhor os conteúdos. São, portanto, um importante recurso com o qual você poderá contar em seus estudos.

Além desses materiais, o Programa EJA – Mundo do Trabalho tem um site exclusivo, que você poderá visitar sempre que desejar: <<http://www.ejamundodotrabalho.sp.gov.br>>. Nele, além de informações sobre o Programa, você acessa os Cadernos do Estudante e os vídeos de todas as disciplinas, ao clicar na aba **Conteúdo CEEJA**. Já na aba **Conteúdo EJA**, poderá acessar os Cadernos e vídeos de Trabalho, que abordam temas bastante significativos para jovens e adultos como você.

Os materiais foram produzidos com a intenção de estabelecer um diálogo com você, visando facilitar seus momentos de estudo e de aprendizagem. Espera-se que, com esse estudo, você esteja pronto para realizar as provas no CEEJA e se sinta cada vez mais motivado a prosseguir sua trajetória escolar.

TENHO DÚVIDAS JÁ ESTUDEI **Unidade 1 – A atmosfera terrestre.....10**Tema 1 – Nossa atmosfera e o modelo cinético molecular.....10 Tema 2 – A rapidez das reações químicas e como ela pode ser alterada.....24 Tema 3 – Umidade relativa, pressão de vapor e equilíbrio.....35 **Unidade 2 – A hidrosfera e o equilíbrio na água.....42**Tema 1 – Os oceanos: reguladores do clima terrestre e fontes de matéria-prima.....42 Tema 2 – O equilíbrio iônico da água e o pH.....52 **Unidade 3 – Recursos da litosfera e da biosfera.....66**Tema 1 – Recursos não renováveis: petróleo, gás natural e carvão mineral.....66 Tema 2 – O átomo de carbono e os compostos orgânicos.....77 Tema 3 – Os biocombustíveis e as funções oxigenadas.....88 **Unidade 4 – Imitando a natureza.....102**Tema 1 – Polímeros naturais: o que são e quais suas características.....102 Tema 2 – Polímeros sintéticos.....112 Tema 3 – Produtos de higiene.....121

Caro(a) estudante,

Você vai iniciar o terceiro e último Volume do curso de Química. Sabe-se de todo o empenho que você teve e das dificuldades que encontrou para chegar até esta etapa, mas sabe-se também que o curso o ajudará a trilhar novos caminhos com maior segurança.

Este Caderno finaliza seu curso aprofundando o estudo sobre as reações químicas, a energia envolvida nelas, a rapidez das reações e como ela pode ser alterada, bem como os equilíbrios existentes em muitas transformações. O conceito de pH, o que ele mede e como pode ser interpretado também serão os focos deste Volume.

Você verá ainda os compostos orgânicos, aprendendo sobre a química do carbono, elemento fundamental na formação dessas substâncias. A química orgânica será estudada com base nos combustíveis fósseis e nos biocombustíveis, em produtos utilizados no dia a dia, como sabão, sabonete, detergentes, cremes em geral e pastas dentais, e nos polímeros, materiais tão importantes para nossa sociedade.

Na Unidade 1, o Tema 1 explorará a atmosfera, sua composição e suas características, o que é efeito estufa e como a composição da atmosfera o influencia; apresentará, ainda, o que é inversão térmica e a importância da camada de ozônio. Nesse estudo, você conhecerá as leis que regem o estado gasoso, as relações entre pressão, temperatura, volume e quantidade de gás, e o modelo cinético molecular para os gases. O Tema 2 explicará por que as reações químicas ocorrem com rapidez diferente e como se pode interferir no tempo da reação. Já o Tema 3 discutirá a umidade relativa do ar, a pressão de vapor e o equilíbrio que existe entre as fases gasosa e líquida da água.

A Unidade 2 mostrará inicialmente a importância dos oceanos como reguladores do clima terrestre e discutirá calor específico e calor latente de evaporação. Esses assuntos serão aproveitados para estudar pressão de vapor, equilíbrio e umidade relativa. Também serão discutidos o pH e sua relação com a acidez e a basicidade das soluções aquosas. A Unidade terminará com o estudo dos sais, que se comportam como ácidos ou como bases, e discutirá também como o pH de uma solução pode ser estabilizado.

A Unidade 3 vai mostrar a você como os combustíveis fósseis, o petróleo, o gás natural e o carvão se formaram, bem como a importância desses combustíveis para a humanidade. Falará ainda sobre a importância deles na obtenção de diversos compostos orgânicos conhecidos, base para a indústria química. Além disso, discutirá as características do carbono, que o tornam o elemento básico nos

compostos orgânicos, e dos hidrocarbonetos, compostos formados somente por carbono e hidrogênio, obtidos dos combustíveis fósseis. A Unidade se encerrará com o tema sobre biocombustíveis, compostos orgânicos oxigenados que, além de serem bons combustíveis, são renováveis e menos prejudiciais ao meio ambiente.

Concluindo este Caderno, na Unidade 4, serão discutidos os polímeros (por exemplo, os plásticos), que, embora sejam materiais bastante importantes atualmente, são utilizados de forma irresponsável, causando, assim, sérios problemas ambientais. O Volume será finalizado com uma discussão sobre produtos de higiene, apresentando como são obtidos e a função de algumas substâncias que os constituem.

Espera-se que o curso de Química contribua para que você entenda melhor os fenômenos que ocorrem à sua volta e aprenda do que são feitos vários produtos que você consome sem, muitas vezes, ter sequer ideia de como eles agem para realizar suas funções. Ao final deste Volume, você estará apto a continuar seus estudos, caso tenha interesse.

Não se esqueça da importância de anotar as dúvidas que surgirão e de resolvê-las nos encontros com os professores.

Bom trabalho!

TEMAS

1. Nossa atmosfera e o modelo cinético molecular
2. A rapidez das reações químicas e como ela pode ser alterada
3. Umidade relativa, pressão de vapor e equilíbrio

Introdução

Nesta Unidade, você estudará a atmosfera terrestre, uma fina camada de gases e poeira que circunda nosso planeta. Ela exerce um papel fundamental para a vida: além de ser uma fonte de recursos, é nela que ocorrem todos os fenômenos meteorológicos. A imagem ao lado vai lhe dar a ideia da espessura da atmosfera comparada ao diâmetro da Terra.

Conhecer as características da atmosfera vai lhe permitir compreender temas que hoje são amplamente discutidos, como o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a poluição atmosférica e a inversão térmica. Você verá também as propriedades dos gases, os fatores que interferem na rapidez de uma reação e a pressão de vapor obtida do equilíbrio entre os líquidos e seus vapores, que está relacionada com a umidade relativa do ar.



© Tom Van Sant/Geosphere Project, Santa Monica/SPL/Latinstock

A fina camada gasosa que circunda a Terra, a atmosfera.

TEMA 1 Nossa atmosfera e o modelo cinético molecular

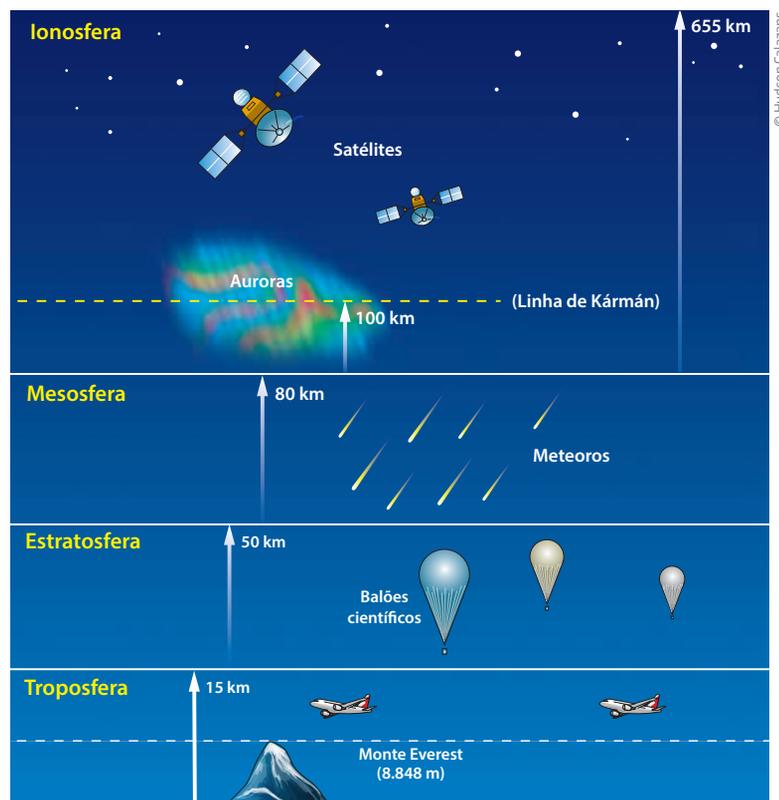
Neste tema, você vai estudar a atmosfera terrestre, suas regiões, os recursos que são extraídos dela e algumas reações químicas que nela ocorrem. Verá também como os gases se comportam e o modelo cinético molecular, que explica características dos estados da matéria.

? O QUE VOCÊ JÁ SABE?

- O vazamento de gás de um botijão pode ser percebido mesmo que você esteja longe dele. Caso isso aconteça, é preciso abrir janelas e portas para que o gás escape, colocar o botijão do lado de fora e não acender a luz nem gerar qualquer tipo de chama ou faísca para evitar que o gás entre em combustão. Você já pensou que características os gases devem apresentar para permitir que se note o vazamento, mesmo que se esteja longe do botijão?
- Nos jogos de futebol que acontecem em La Paz, capital da Bolívia, que está a 3.700 m de altitude, os jogadores dos times brasileiros necessitam de um período de adaptação para que não sofram durante o jogo. Você sabe por quê?

📖 A composição da atmosfera

Nossa atmosfera não é homogênea – cerca de 80% dos gases que a formam ficam na **troposfera**, região mais baixa, que vai do nível do mar até cerca de 15 km de altura. À medida que você se afasta da superfície da Terra, a atmosfera fica cada vez mais rarefeita, isto é, a concentração dos gases e a pressão atmosférica diminuem.



Atmosfera terrestre e suas diferentes regiões.

Acima da troposfera há a **estratosfera**, que se estende da troposfera até, aproximadamente, 50 km de altura. Ela concentra cerca de 19% dos gases existentes na atmosfera e é onde se encontra o gás ozônio, formado da interação entre a radiação ultravioleta do Sol e o gás oxigênio (O₂). O gás ozônio, formado pela radiação ultravioleta, protege a Terra, sendo o responsável pela absorção da maior parte dessa radiação, que é nociva a todas as formas de vida do planeta.

A **mesosfera** é a região seguinte e se estende até cerca de 80 km acima da estratosfera. Nela, os corpos celestes começam a sofrer a ação do atrito, que aumenta à medida que penetram a atmosfera terrestre. Se o corpo celeste for pequeno, a ação do atrito consegue até vaporizá-lo, impedindo-o de colidir com a superfície da Terra.

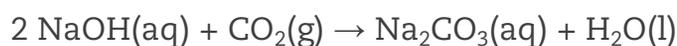
Acima da mesosfera tem-se a **ionosfera**, que vai até cerca de 800 km da superfície da Terra. É formada por plasma, um conjunto de átomos, elétrons e íons positivos, que é considerado o quarto estado da matéria, semelhante ao material utilizado na fabricação das TVs de plasma. É uma região muito importante para as comunicações, já que lá se propagam as ondas de rádio a grandes distâncias.

A atmosfera em que você está mergulhado já foi considerada um dos quatro elementos, responsáveis por formar tudo o que existia: ar, água, terra e fogo. Hoje, sabe-se que a atmosfera é uma mistura de gases que podem ser separados e utilizados em diferentes áreas de atividades humanas, como na Medicina, na indústria e em muitas outras.

Recursos obtidos da atmosfera

Nossa atmosfera é formada por 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de diversos outros gases, sendo o argônio o que tem maior participação nessa pequena fração. Do ar atmosférico obtêm-se o gás oxigênio, o gás nitrogênio e o gás nobre argônio por meio de destilação fracionada. O processo ocorre por meio das seguintes etapas:

- O ar é purificado pela filtração, que retira as impurezas sólidas.
- Depois, é levado a um compressor, onde é comprimido e borbuhlado em uma solução de hidróxido de sódio para se retirar o CO₂ existente, segundo a reação:



- Então, o ar é comprimido novamente, e a água nele existente, separada.
- Esse ar comprimido passa por trocadores de calor, é resfriado por expansão a $-185\text{ }^{\circ}\text{C}$ e liquefeito, indo à coluna de fracionamento para a destilação fracionada.
- Na torre de destilação, o nitrogênio, que apresenta temperatura de ebulição mais baixa, vaporiza e sobe pela coluna, deixando o ar líquido enriquecido de oxigênio. O processo continua até a separação total.
- Os gases, assim separados, são engarrafados sob pressão no estado líquido e comercializados.

O gás oxigênio é utilizado em diferentes indústrias, no enriquecimento do ar dos fornos em siderúrgicas, na fusão e na redução metalúrgicas, na produção de papel e celulose (como branqueador), nos processos de corte e solda, na Medicina (no enriquecimento do ar de incubadoras de recém-nascidos, em tratamentos intensivos, cirurgias, respiradores de UTIs etc.).

O gás nitrogênio é usado na fabricação do gás amônia, matéria-prima fundamental para a obtenção de fertilizantes e de ácido nítrico. Por ser pouco reativo, é utilizado: em tanques que armazenam líquidos explosivos; no transporte de alimentos, para evitar a oxidação, o desenvolvimento de bolor e o aparecimento de insetos; durante a produção de circuitos integrados existentes em todos os equipamentos eletrônicos; na fabricação de borracha e plásticos, para evitar reações indesejáveis; e na conservação das células reprodutivas tanto de seres humanos quanto de outros animais.

O argônio, também obtido das instalações de fracionamento do ar, é utilizado como gás protetor nos processos de solda e na indústria de lâmpadas e de tubos luminosos. Com exceção do hélio, que é obtido do gás natural, no qual se apresenta em maior concentração, os outros gases nobres, como o argônio, o criptônio e o xenônio, também são obtidos do fracionamento do ar atmosférico para serem utilizados em lâmpadas e na produção de atmosfera inerte (que não reage).

Além de o ar atmosférico ser fonte de substâncias, ele é também fonte de energia, sendo utilizado desde o século X nos moinhos e, hoje, nos parques eólicos na obtenção de energia elétrica.



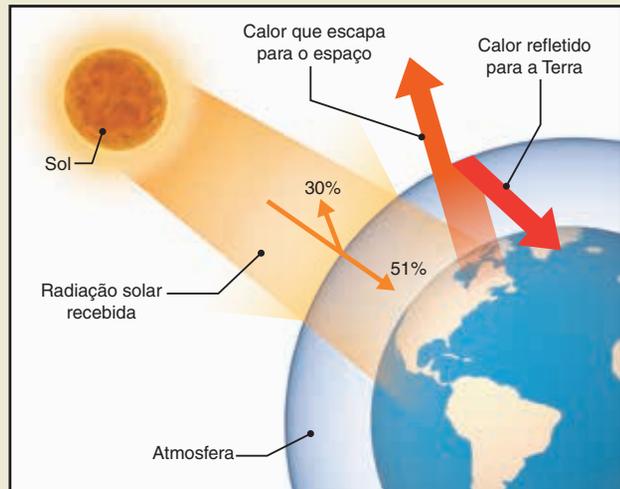
FICA A DICA!

Para saber mais sobre o gás nitrogênio, consulte o site da Unesp: <http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/007_nitrogenio.html>. Acesso em: 29 set. 2014.

EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL

É comum a confusão que se faz entre efeito estufa e aquecimento global. A atmosfera terrestre é responsável pelo efeito estufa, que mantém a temperatura média do planeta em torno de 15 °C. Não fosse ele, essa temperatura seria de aproximadamente -21 °C e não haveria água no estado líquido.

Toda a energia disponível vem das radiações emitidas pelo Sol, a maior parte na forma de radiação visível. A atmosfera reflete para o espaço 30% dessa radiação, 19% é absorvida por ela e cerca de 51% chega à superfície terrestre. Parte da energia absorvida pela superfície é reemitida na forma de radiação infravermelha, que atua sobre as moléculas, aumentando sua energia cinética. Dessa energia reemitida, 10% se perdem no espaço, 90% são absorvidos pela atmosfera e, desses 90%, 80% são devolvidos à superfície terrestre. A esse fenômeno se dá o nome de **efeito estufa**, em analogia às estufas para plantas.



O efeito estufa.

© Daniel Benevent

Na atmosfera, a absorção da energia reemitida na forma de radiação infravermelha é feita, principalmente, pelos gases CO₂ (gás carbônico) e CH₄ (gás metano) e pelo vapor de água. O efeito estufa garante a vida na Terra por não deixar o planeta gelado.

Embora fundamental para a existência de vida, caso a concentração dos gases responsáveis pelo efeito estufa aumente, a temperatura média da Terra ficará maior que 15 °C, e a esse aumento chama-se **aquecimento global**. Um aumento da temperatura média causaria uma grande mudança no clima terrestre: vastas regiões poderiam virar deserto; o derretimento das calotas polares aumentaria o nível do mar, inundando a costa dos continentes; tufões e furacões seriam mais intensos e frequentes etc. As atividades vulcânicas e as correntes marinhas são alguns dos fatores naturais que podem contribuir para o aquecimento global, mas boa parte dos gases responsáveis pelo efeito estufa, como o CO₂ e o CH₄, é lançada na atmosfera por algumas atividades humanas, aumentando, assim, suas concentrações e contribuindo para o aquecimento global. As principais fontes antropogênicas (de atividade humana) são a queima dos combustíveis fósseis, as queimadas, que lançam grandes quantidades de CO₂ na atmosfera, e a pecuária, porque o gado produz grandes quantidades de CH₄ durante a digestão.

No Brasil, as principais fontes antropogênicas de gases estufa são a queima de combustíveis fósseis da frota veicular e as queimadas de vegetação – que emitem principalmente CO₂ –, além do grande rebanho bovino – responsável pela emissão de CH₄ em grandes quantidades.

Atualmente, discutem-se no mundo todas as formas de minimizar a ação sobre o aquecimento global, procurando-se novas fontes de energia que não contribuam para o aumento da concentração de CO₂, como a energia eólica, a energia solar e os combustíveis verdes, como o álcool e o biodiesel.

ATIVIDADE 1 Composição da atmosfera

1 Em que região da atmosfera há a maior concentração dos gases que a compõem?

2 Quais são os recursos que podem ser obtidos da atmosfera terrestre?

3 Qual é a importância do efeito estufa para a vida em nosso planeta e qual é sua relação com o aquecimento global?



O modelo cinético molecular

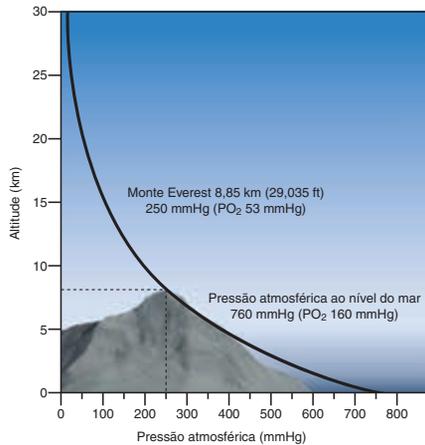
Para que possa entender melhor os fenômenos que ocorrem na atmosfera, você vai conhecer as leis que regem os gases e o modelo que as explica. Acompanhe a discussão de duas variáveis importantes para seu estudo: a pressão e a temperatura.

Pressão

A pressão é a força aplicada por unidade de área. Suponha que você vai martelar dois pregos em uma madeira, um com a ponta perfeita e o outro sem ponta. Uma boa martelada enterra o primeiro prego com facilidade, mas o segundo prego, com a mesma martelada, provavelmente vai entortar e não penetrará na madeira. Se a força aplicada é a mesma, qual a razão para um prego entrar com facilidade na madeira e o outro não? Isso se explica pelo fato de, no primeiro caso, a força ter sido aplicada sobre uma área da madeira menor que a do segundo caso.

A relação entre a força aplicada e a área que foi submetida a tal força é a pressão, representada pela equação em que P é a pressão, F , a força e A , a área em que a força foi aplicada: $P = \frac{F}{A}$, mostrando que a pressão é diretamente proporcional à força e inversamente proporcional à área.

Você já ouviu falar que a pressão atmosférica diminui com a altitude? A razão disso está na coluna de ar sobre a superfície da Terra. No nível do mar, a pressão é maior porque há uma coluna de ar maior; em uma montanha, a coluna de ar é menor, e também a pressão atmosférica. O gráfico da figura a seguir relaciona a pressão atmosférica com a altitude.



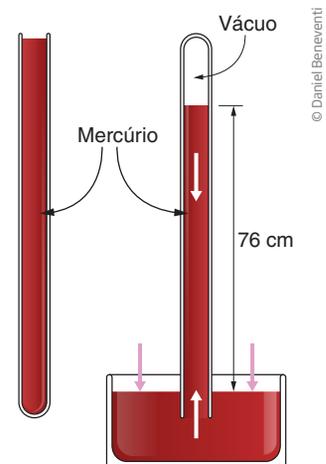
Pressão atmosférica em diferentes altitudes.

Por essa razão, os jogadores, quando vão disputar uma partida em um local de grande altitude, precisam se adaptar antes do jogo para se acostumar com a baixa pressão atmosférica e, conseqüentemente, com a menor concentração de gás oxigênio.

A pressão atmosférica, causada pelo peso da coluna de ar sobre a superfície da Terra, pode ser medida por um aparelho chamado **barômetro**, inventado em 1643 por Torricelli (1608-1647), físico e matemático italiano.

O funcionamento do aparelho é simples e sua precisão é grande. Como mostra a figura ao lado, ele consta de um tubo graduado de 1 m de comprimento que é preenchido por mercúrio e invertido em um recipiente aberto também contendo mercúrio. Quando o tubo é invertido, parte do mercúrio escoado do tubo para o recipiente, até que a coluna seja equilibrada pela pressão exercida pela atmosfera. As setas em rosa representam a pressão exercida pela atmosfera, que equilibra a coluna de mercúrio. Esta, por sua vez, exerce a mesma pressão.

No nível do mar, a coluna graduada de mercúrio atinge o valor de 76 cm, ou 760 mm. À medida que a altitude aumenta, a coluna diminui, pois mais mercúrio desce para o recipiente, uma vez que a pressão atmosférica diminuiu. Hoje há outros aparelhos portáteis que, sem fazer uso de líquido, medem também a pressão.



Barômetro de Torricelli.

Há várias unidades que representam a pressão. Aqui você trabalhará com duas: milímetros de mercúrio (mmHg) e atmosfera (atm). A pressão ao nível do mar é de 760 mmHg ou 1 atm, o que significa que a pressão exercida pela coluna de ar sobre a superfície da Terra no nível do mar é igual à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura. Uma unidade pode ser convertida na outra por uma simples regra de três, já que são diretamente proporcionais. Assim, caso você queira transformar 550 mmHg em atm, basta fazer a proporção:

$$\begin{array}{l} 760 \text{ mmHg} \text{ ————— } 1,00 \text{ atm} \\ 550 \text{ mmHg} \text{ ————— } x \text{ atm} \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} \frac{760 \text{ mmHg}}{550 \text{ mmHg}} = \frac{1,00 \text{ atm}}{x} \\ x = 550 \cdot \frac{1,00}{760} = 0,72 \text{ atm} \end{array}$$

Temperatura

É comum as pessoas confundirem calor com temperatura. O calor é energia térmica em trânsito que flui de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura. Já a temperatura está relacionada ao estado de agitação das partículas que formam os corpos.

Para ficar mais clara a diferença, suponha que dois recipientes com água, um contendo 1 L e o outro, 0,5 L, sejam colocados em um fogão de tal forma que fiquem na mesma boca, sob influência da mesma chama e por um mesmo intervalo de tempo. Terminada a experiência, medem-se as temperaturas dos dois recipientes e pode-se notar que a temperatura da água do recipiente com menos água é maior que a temperatura da água no recipiente com mais água. A quantidade de calor transferida para os dois recipientes foi a mesma, já que estavam sob a influência da mesma chama, mas as temperaturas anotadas são diferentes. A experiência mostra, portanto, que calor e temperatura são conceitos diferentes.

IMPORTANTE!

Esse experimento obtém tal resultado se a água, nos dois recipientes, não atingir seu ponto de ebulição, pois, se isso acontecer, independentemente da quantidade de água, sua temperatura se mantém constante.

Das escalas termométricas existentes, a escala Celsius é a mais conhecida. É a que se utiliza para medir a temperatura ambiente e a do nosso corpo, por exemplo. Outra escala de fundamental importância para esse estudo é a escala Kelvin, ou escala absoluta, que é proporcional à energia cinética média das partículas formadoras dos diferentes materiais.

O zero absoluto, a menor temperatura possível, 0 K, corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que significa que a escala Celsius e a escala Kelvin diferem em 273 unidades. Portanto, para transformar um valor qualquer de temperatura em graus Celsius para Kelvin, é só acrescentar 273. Assim, a temperatura $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ corresponde a 273 K, a temperatura $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ corresponde a 373 K e a menor temperatura possível, o 0 K, corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, como já mencionado.

Modelo cinético molecular

Quando você vai a um posto calibrar o pneu de um veículo qualquer, pode observar que a adição de ar gera um aumento da pressão nas paredes internas do pneu. A razão é que a pressão é causada pelo choque das moléculas do gás contra as paredes internas do pneu; quanto maior a quantidade de gás, maior também a quantidade de choques, que aumentam a pressão.

Os manuais dos veículos sugerem que o melhor é rodar algum tempo para que o pneu se aqueça antes de calibrá-lo, já que a temperatura também vai aumentar a pressão. Ao usar uma bomba manual, pressionando o êmbolo, o volume de ar dentro dela diminui e a pressão aumenta, o que faz o ar passar da bomba para o pneu. Assim, a pressão depende de diversas variáveis: temperatura, quantidade de gás e volume que o gás ocupa.

As características da atmosfera terrestre e as relações entre pressão, temperatura, volume e quantidade de moléculas são explicadas pelo modelo cinético molecular dos gases. Esse modelo surgiu no final do século XIX, quando a teoria atômica já era aceita pela comunidade científica e estava difundida por toda a Europa. Ele procura explicar as propriedades macroscópicas dos gases pelas características das partículas que os formam e determina que:

- um gás é formado por um conjunto de moléculas em constante movimento;
- não há forças de interação entre as moléculas formadoras dos gases;
- o movimento das moléculas é aleatório e desordenado;
- o espaço entre as moléculas é muito maior do que o tamanho de cada uma, portanto, o volume de um gás depende do número de moléculas, e não de seu tamanho;
- as moléculas se chocam entre si e também com as paredes do recipiente que contém o gás. Esses choques são completamente elásticos, isto é, não há perda de energia neles;
- a velocidade média das moléculas dos gases aumenta com o aumento da temperatura;

- a energia cinética média das moléculas dos gases aumenta com o aumento da temperatura.

O modelo cinético molecular dos gases é capaz de explicar várias características de gases ou substâncias no estado gasoso. Quando se prepara um churrasco, por exemplo, pode-se sentir um odor agradável porque substâncias na forma de gás saem da carne e chegam ao nariz. A intensidade do odor e a rapidez com que ele é sentido dependem da temperatura ambiente: quanto maior for a temperatura, mais intensa e rapidamente o odor será sentido.

Outro exemplo é o calor intenso em um incêndio, que pode explodir um botijão de gás. Isso ocorre porque a temperatura aumenta a velocidade das moléculas do gás e, conseqüentemente, a quantidade de choques contra as paredes do recipiente, o que causa aumento da pressão e o rompimento das paredes do botijão.



PARA SABER MAIS



O modelo cinético molecular e os estados sólido e líquido

O modelo cinético molecular também pode ser utilizado para explicar os estados sólido e líquido e suas características, lembrando que nesses dois estados há interações entre partículas e não há choques perfeitamente elásticos.

Nos sólidos, as partículas estão presas umas às outras por forças de interação. As partículas (átomos, moléculas ou íons) somente vibram, e não há possibilidade de deslocamento. Quando se aquece o sólido, a energia absorvida aumenta a vibração das partículas e, conseqüentemente, a temperatura. A partir de determinada temperatura de fusão (TF), que depende do sólido, a agitação das partículas vence parte da força que as mantém unidas, fazendo que se separem, ganhem movimento e passem para o estado líquido.

Durante o processo de fusão, se o sólido for uma substância pura, a temperatura permanece constante, porque toda a energia absorvida servirá para separar e dar mobilidade às partículas. No estado líquido, as partículas podem se movimentar, permitindo que o líquido flua, mas ainda há interação entre elas, razão pela qual há líquidos com viscosidades diferentes, isto é, que escorrem com maior ou menor facilidade, como o óleo e a água.

Na ebulição, as substâncias puras apresentam temperatura constante, e isso também ocorre no processo de fusão pela mesma razão.

ATIVIDADE 2 O modelo cinético molecular

1 Quando você quer abrir um frasco fechado a vácuo (espaço com pouca matéria), muitas vezes é obrigado a esquentar o recipiente para abri-lo facilmente. Qual é a razão de tal procedimento?

2 Quando se desce a serra para ir de São Paulo a Santos, é comum sentir a orelha “tapada”. Por que isso acontece?

NOTA

De acordo com a nova nomenclatura da Anatomia, “ouvido” passa a ser chamado de “orelha”.

3 Com relação à questão anterior, pode-se resolver o problema da “orelha tapada” ao abrir a boca em um grande bocejo. Explique por que o problema pode ser resolvido dessa forma.

4 O modelo cinético molecular pode ser estendido a outros estados físicos, levando-se em conta as interações entre as partículas. Utilizando o modelo cinético molecular e o conceito de temperatura, explique o que ocorre com as moléculas em um líquido durante seu aquecimento até a ebulição.



Uma forma fácil de desentupir uma pia é colocar bicarbonato de sódio no ralo, acrescentar vinagre e fechá-lo com um tampão ou com um pano molhado. Após alguns minutos, joga-se água quente nele para ver se o problema foi resolvido. Caso a pia ainda continue entupida, sugere-se repetir o processo.

A reação que ocorre nesse caso é representada pela equação:

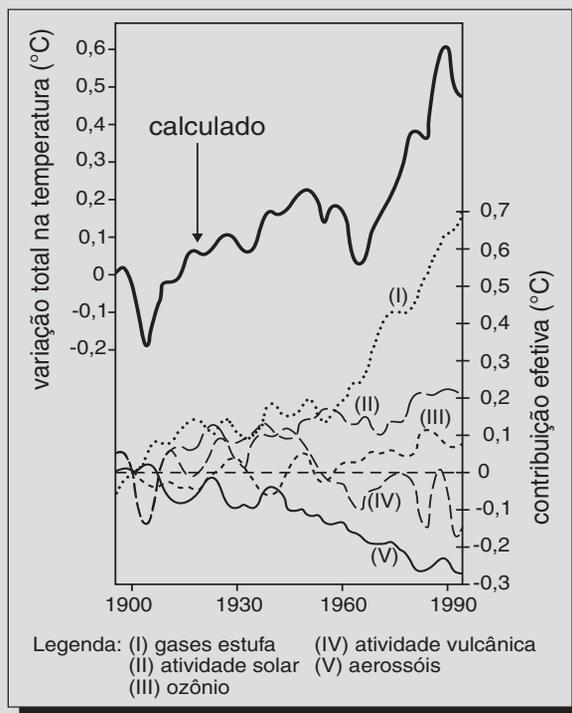


Por que será que o método descrito anteriormente pode ser usado para desentupir uma pia?



DESAFIO

O gráfico abaixo ilustra o resultado de um estudo sobre o aquecimento global. A curva mais escura e contínua representa o resultado de um cálculo em que se considerou a soma de cinco fatores que influenciaram a temperatura média global de 1900 a 1990, conforme mostrado na legenda do gráfico. A contribuição efetiva de cada um desses cinco fatores isoladamente é mostrada na parte inferior do gráfico.



Internet: <solar-center.stanford.edu>

Os dados apresentados revelam que, de 1960 a 1990, contribuíram de forma efetiva e positiva para aumentar a temperatura atmosférica:

- a) aerossóis, atividade solar e atividade vulcânica.
- b) atividade vulcânica, ozônio e gases estufa.
- c) aerossóis, atividade solar e gases estufa.
- d) aerossóis, atividade vulcânica e ozônio.
- e) atividade solar, gases estufa e ozônio.

Enem 2007. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2007/2007_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Composição da atmosfera

- 1** A região da atmosfera em que há a maior concentração dos gases que a compõem é a troposfera, onde nos encontramos. A atração gravitacional é responsável pela grande concentração dos gases formadores da atmosfera nessa região mais próxima da superfície da Terra.
- 2** Os principais recursos obtidos da atmosfera terrestre são o oxigênio e o nitrogênio.
- 3** O efeito estufa, causado por gases como CO_2 e CH_4 , que retêm parte da energia do Sol que chega ao planeta, é responsável por manter a temperatura média da Terra em torno de 15°C , o que torna possível a existência de água nos três estados físicos e uma temperatura média amena. O aumento da concentração desses gases na atmosfera, no entanto, altera a temperatura global, tornando o planeta mais quente (o que se convencionou chamar de aquecimento global) e causando mudanças climáticas que podem afetar a maioria das formas de vida.

Atividade 2 - O modelo cinético molecular

- 1** Esse pequeno truque é usado porque, no frasco fechado a vácuo, a pressão interna é menor que a externa, o que dificulta sua abertura. Ao aquecê-lo, a pressão dentro do frasco aumenta e fica mais fácil abri-lo.
- 2** Durante a viagem de descida da serra, a pressão atmosférica vai aumentando, já que perto do mar a pressão é maior; portanto, essa sensação de “orelha tapada” acontece porque a pressão externa fica maior que a pressão dentro da orelha, e essa mudança é sentida pelo tímpano.
- 3** Ao abrir a boca em um grande bocejo, o ar atmosférico penetra na boca e nas orelhas, igualando a pressão interna com a pressão atmosférica. Dessa forma, os tímpanos, que haviam sido comprimidos pela maior pressão externa, voltam ao seu estado normal.
- 4** Durante o aquecimento de um líquido, o calor transferido vai aumentar a agitação molecular, o que é registrado pela elevação da temperatura até que se inicie a ebulição. Durante a ebulição, a temperatura não se altera, embora o líquido continue recebendo calor; a energia, nesse momento, é usada para vencer as forças de atração entre as moléculas a fim de que passem para o estado gasoso.

Desafio

Alternativa correta: e. Analisando o gráfico, percebe-se que apenas a atividade solar, os gases do efeito estufa e o ozônio sofreram aumento de concentração, contribuindo assim para o aquecimento global.

A formação de ferrugem, a queima de um fósforo e a explosão de dinamite são exemplos de reações químicas. Todas elas ocorrem, no entanto, com rapidez diferente. Por que isso acontece? É possível interferir na rapidez de uma reação?

Este tema vai responder a essas questões e mostrar a você a importância de controlar a rapidez das reações.



O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Na maioria das casas, é costume guardar alimentos no refrigerador. Por que você acha que isso é feito? Será que os alimentos no refrigerador se conservam por mais tempo? Por quê?



Iniciando uma reação

Sabe-se que uma reação química é um rearranjo atômico. Em algumas reações, as moléculas são quebradas para que sejam formadas novas moléculas; em outras, íons são separados e rearranjados de forma diferente. Em todos os tipos de reação química, é necessário o contato entre os reagentes. Isso significa que as partículas formadoras das substâncias que vão reagir precisam se chocar.

No caso de uma reação entre gases, como a que ocorre nos veículos movidos a gás, o gás metano (CH_4) reage com o oxigênio do ar para formar gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), e assim liberar a energia que vai mover o veículo. Para que isso ocorra, as moléculas do metano devem se chocar com as do oxigênio, a fim de se transformar.

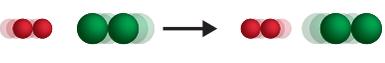
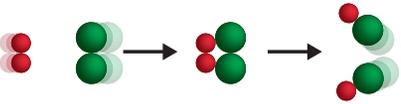
A **teoria das colisões** explica as reações por meio dos choques entre as moléculas. Seus postulados são:

- para ocorrer uma reação, é necessário que ocorram choques entre as partículas (moléculas, íons ou átomos) dos reagentes;
- a colisão provoca o rearranjo dos átomos, formando novas substâncias;
- os choques devem ocorrer de tal forma que gerem energia suficiente e as partículas estejam em orientação favorável para que o rearranjo atômico possa acontecer.

Para cada reação, há uma energia mínima necessária para que os choques deem origem a novas substâncias, a chamada **energia de ativação**.

Segundo a teoria das colisões, um choque efetivo, que dará origem a novas partículas, formará um composto intermediário de alta energia chamado **complexo ativado**, que poderá formar os produtos ou voltar a ser reagente. As moléculas que apresentam energia inferior à energia de ativação não são capazes de reagir; as que apresentam energia igual ou superior podem reagir, caso tenham orientação favorável.

Essa orientação favorável pode ser explicada em um jogo de bilhar: a tacada pode ter sido perfeita com relação à energia depositada, mas, se a orientação do choque não for a ideal, a bola atingida não vai cair na caçapa. No caso da reação, se a orientação não for favorável, o complexo ativado não será formado. A figura a seguir representa alguns dos possíveis choques entre moléculas.

Orientações das colisões	Resultado
	Colisão não efetiva, não ocorre reação.
	Colisão não efetiva, não ocorre reação.
	Colisão pode ser efetiva, pode ocorrer reação.

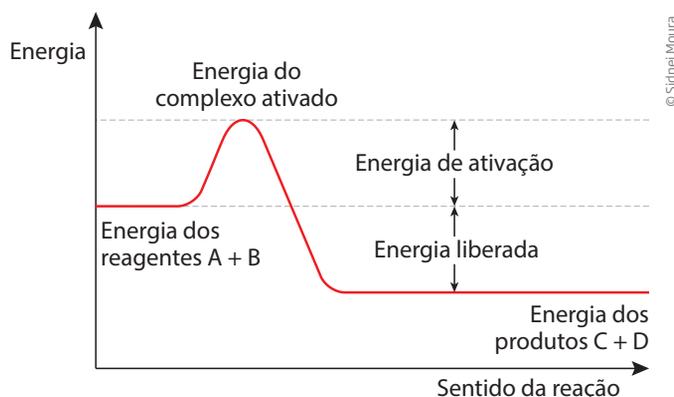
Choques entre moléculas de H_2 (esferas vermelhas) e Cl_2 (esferas verdes), que podem ou não formar HCl.

© Daniel Beneventi

Resumindo: para que ocorra uma reação, os choques entre as partículas dos reagentes devem acontecer de tal forma que gerem energia igual ou superior à energia de ativação, e as partículas devem ter uma orientação favorável.

A figura a seguir representa graficamente as energias dos reagentes, dos produtos e do complexo ativado. As diferenças entre essas energias fornecem a energia de ativação e, no caso do exemplo do gráfico, a energia que é liberada para o ambiente, já que é uma reação exotérmica.

Energia dos reagentes, dos produtos e do complexo ativado



Na mistura de gás de cozinha com o ar, por exemplo, a reação ocorre quando se fornece energia por meio de uma faísca ou de uma chama. Assim, um conjunto de moléculas absorve a energia fornecida, alcança a energia de ativação e a reação é iniciada.

Fatores que interferem na rapidez das reações

Pode-se alterar a rapidez de uma reação de diversas maneiras, tanto acelerando-a como retardando-a. É possível, por exemplo, prolongar a conservação dos alimentos diminuindo a temperatura do refrigerador, o que retarda as reações de decomposição, assim como aumentar a rapidez com que o carvão em uma churrasqueira queima fazendo que mais ar circule sobre ele. Um comprimido efervescente leva mais tempo para reagir na água que um comprimido igual dividido em vários pedaços.

O que, então, afinal, interfere na rapidez das reações?

Temperatura

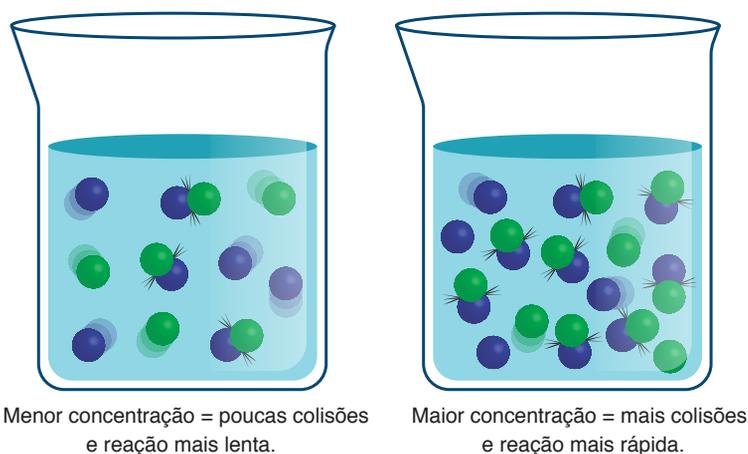
A temperatura atua fortemente na rapidez de uma reação, isto é, o aumento dela acelera a reação, e sua diminuição, conseqüentemente, a retarda. A elevação da temperatura aumenta a energia cinética média das moléculas reagentes e o número de colisões; portanto, cresce a probabilidade de que se iguale ou se exceda a energia de ativação. Assim, o aumento da temperatura, além de elevar o número de colisões, aumenta a energia delas, e a reação fica mais rápida.

Concentração

Durante um incêndio, os ventos são um problema para os bombeiros. Além de espalhar o fogo com rapidez, são responsáveis por avivar brasas, formando novas

chamas, uma vez que aumentam a concentração de oxigênio ao substituir o ar saturado de fumaça e gás carbônico por um ar mais rico em gás oxigênio.

Isso ocorre porque, em muitos casos, o aumento da concentração dos reagentes eleva também a rapidez das reações. Quanto maior a quantidade de moléculas, maior será o número de choques e mais rápida a reação. Veja como isso ocorre na figura ao lado.



Superfície de contato

As explosões que às vezes ocorrem em mercearias, depósitos de grãos e em alguns postos de combustíveis devem-se à maior superfície de contato do combustível (pó de madeira, grãos ou gasolina no estado gasoso) com o oxigênio do ar. As reações de queima nesses três casos são muito rápidas, explosivas.

Um experimento simples para comprovar como a superfície de contato influi na rapidez é comparar o tempo de reação entre um comprimido efervescente e certa quantidade de água e o tempo de reação entre um comprimido igual ao primeiro, só que dividido em partes, e a mesma quantidade de água. Se a superfície de contato é maior, o número de choques aumenta, já que uma área maior fica exposta.

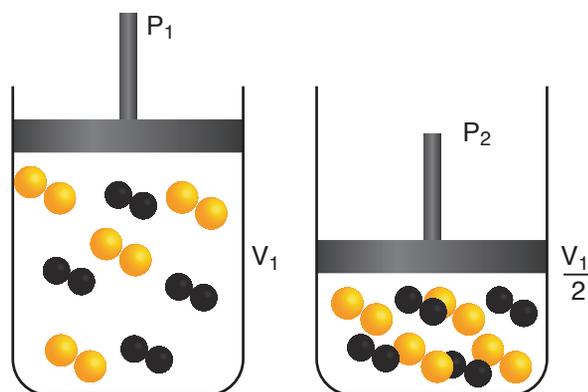
Essa é uma razão de o estado físico de uma substância também influir na rapidez das reações. No estado gasoso, a reação se dá mais rapidamente do que no estado líquido, e no estado líquido a reação é mais rápida do que no estado sólido.

Pressão

No caso de reações em que pelo menos um dos reagentes é gasoso, a pressão também pode alterar a rapidez. O aumento da pressão, realizado por meio da diminuição do volume no recipiente onde ocorre a reação, eleva a concentração de gases, tendo-se assim um número maior de choques e maior probabilidade de ocorrer choques efetivos.

É o caso da queima de um combustível, como a gasolina, dentro do pistão do motor de um veículo. Em um motor com mau funcionamento, o aumento da pressão pela compressão do pistão faz a mistura gasolina e ar queimar antes de a faísca da

vela acontecer. Para evitar isso, a gasolina contém substâncias que atuam como anti-detonantes, dificultando esse processo. Muito utilizado no Brasil, o álcool (álcool etílico ou etanol) faz o papel de antidetonante quando adicionado à gasolina. A figura a seguir representa o que ocorre ao se aumentar a pressão sobre a mistura reagente.



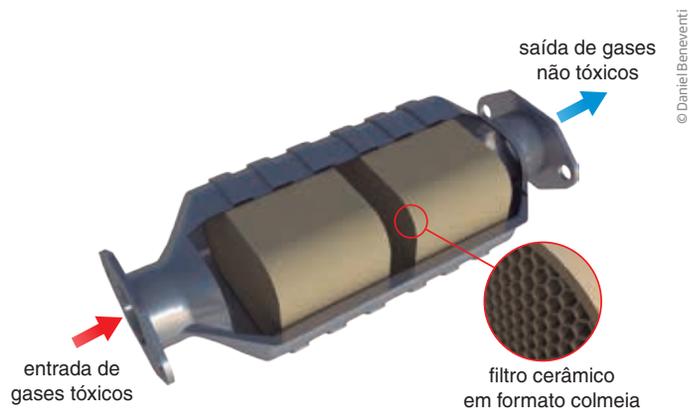
Presença de luz

A água oxigenada e vários medicamentos devem ser guardados em locais onde não fiquem expostos à luz. Esse procedimento é recomendado para diminuir a rapidez de reações aceleradas pela ação da luz, uma forma de energia que pode quebrar as moléculas, facilitando o rearranjo dos átomos e acelerando as reações.

Catalisadores

Quando se compra massa plástica, o produto vem acompanhado de um pequeno frasco contendo um líquido com a indicação “catalisador”. O papel do catalisador é acelerar a reação formando um complexo ativado de menor energia. Ao se formar um novo complexo ativado de menor energia, a nova energia de ativação da reação será menor, aumentando assim o número de partículas com a energia necessária para a reação.

O automóvel é a principal fonte poluidora da atmosfera terrestre nos centros urbanos, sendo responsável pela emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (compostos formados por carbono e hidrogênio), monóxido de carbono (CO) e outros compostos. Atualmente, os automóveis apresentam no escapamento, por onde saem os gases formados da combustão da gasolina ou do álcool, uma peça chamada de conversor catalítico. Veja a figura a seguir, que mostra como ele funciona.



Conversor catalítico automotivo.

Nessa peça encontram-se os catalisadores responsáveis por acelerar reações entre os gases emitidos e o oxigênio, evitando que se incorporem à atmosfera. Internamente, o aparelho possui a forma de uma colmeia, para que os gases emitidos pelo motor e o catalisador tenham a maior superfície de contato possível. Os conversores catalíticos diminuem a emissão de parte dos gases poluentes, transformando CO em CO₂, decompondo NO_x em N₂ e O₂, e transformando os hidrocarbonetos em CO₂ e H₂O.

O papel do catalisador é formar um novo complexo ativado que apresente menor energia, diminuindo assim a energia de ativação para a reação. Quando a catálise é homogênea, como no caso da massa plástica (catalisador e massa se misturam, formando uma só fase), o catalisador forma com os reagentes o novo complexo ativado de menor energia, e na formação dos produtos é recuperado, sem ser consumido na reação. Na catálise heterogênea (reagentes e catalisador formam mais de uma fase), como a que ocorre nos conversores catalíticos, os gases poluentes são absorvidos na superfície dos catalisadores e as ligações químicas dos gases são enfraquecidas, acelerando as reações; nesse caso, o catalisador também é recuperado.

Uma característica dos catalisadores é que eles participam de uma etapa da reação: a formação do complexo ativado de menor energia. No entanto, eles não são consumidos durante a transformação, sendo recuperados no final do processo.

**ASSISTA!****Química – Volume 3***Reações químicas*

Esse vídeo mostra visitas a mercearias e serralherias para mostrar os cuidados que devem ser tomados para evitar explosões provocadas pelo pó da madeira. No laboratório, o professor mostra os parâmetros que influem na rapidez de uma reação. A formação das estalagmites e estalagmites e a discussão das lentes fotocromáticas iniciam os experimentos sobre equilíbrio químico. O professor realiza a reação de equilíbrio $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ e mostra como deslocar o equilíbrio alterando certos parâmetros.

ATIVIDADE 1 Rapidez de reação

1 Qual é a razão de as embalagens dos medicamentos orientarem o usuário a guardar o produto em um lugar fresco e protegido da luz?

2 No preparo de um churrasco, é costume abanar o carvão assim que ele se inflama. Qual é a razão de tal procedimento?

3 A palha de aço, constituída basicamente de ferro e utilizada na limpeza doméstica, oxida rapidamente, ao passo que um pedaço de ferro oxida lentamente. Qual é a razão dessa diferença?

4 Como um catalisador altera a rapidez de uma reação?

MOMENTO
CIDADANIA



A poluição e o transporte

Nos grandes centros urbanos, é produzida boa parte da poluição que hoje prejudica o meio ambiente e são emitidos os gases que contribuem para o aquecimento global. No caso da poluição atmosférica, o grande vilão é o automóvel. A emissão de gases poluidores pelos veículos automotivos, mesmo com o uso de conversores catalíticos, é cada vez maior, graças ao aumento vertiginoso da frota de carros, que ainda pode crescer muito mais nas grandes cidades do Brasil.

Os veículos tanto a gasolina como a álcool e, principalmente, a diesel são fontes de vários gases poluidores, por exemplo, o CO, NO₂, SO₂, hidrocarbonetos, aldeídos e partículas em suspensão dos veículos a diesel. Esses gases são lançados diretamente na atmosfera e reagem formando outras substâncias, também chamadas poluentes primários. Muitos desses poluentes vão interagir com os gases existentes na atmosfera através das reações fotoquímicas provocadas pela luz solar.

O NO₂ reage com o oxigênio do ar formando o ozônio, que, na troposfera, é o agente poluidor responsável por doenças pulmonares e pela redução da fotossíntese.

Os hidrocarbonetos dão origem a radicais livres, partículas extremamente reativas, e a aldeídos, que também reagem formando mais ozônio.

O gás SO₂ reage com grande facilidade com o gás oxigênio do ar e forma o gás SO₃. Este, um dos gases responsáveis pela chuva ácida, reage com a água presente na atmosfera formando o ácido sulfúrico (H₂SO₄).

A atmosfera contribui para espalhar os poluentes e diminuir sua concentração. Os ventos, a topografia e a temperatura são alguns dos fatores que favorecem a dispersão, porém nem sempre as condições climáticas são favoráveis. Um fenômeno comum em nossa atmosfera é a **inversão térmica**, que nas grandes cidades representa um grande problema quando ocorre próximo à superfície da Terra e se prolonga por um tempo maior.

A temperatura da troposfera diminui com a altitude, o que permite à camada de ar quente, próxima ao solo, subir por ser menos densa, criando um movimento ascendente que contribui para a dispersão dos poluentes. Porém, sob determinadas condições, uma camada de ar quente fica sobre uma camada de ar frio, impossibilitando tal movimento e formando uma espécie de tampa sobre a região, não permitindo a circulação do ar. Nessa situação, há uma grande concentração de poluentes, e as doenças, principalmente as pulmonares, atingem muitas pessoas. Para combater o problema, é fundamental que a sociedade mude de conduta com relação à utilização dos carros como meio de transporte.

Sendo assim, a troca do transporte individual pelo transporte público é uma necessidade, não só para diminuir os congestionamentos monstruosos nos grandes centros urbanos, mas, principalmente, para diminuir a quantidade de poluentes na atmosfera terrestre.

A população deve exigir do poder público um transporte coletivo eficiente, barato e confortável, para que os veículos automotores fiquem reservados apenas para viagens ou para quando seu uso for indispensável. Quando possível, o uso de bicicletas também deve ser considerado.

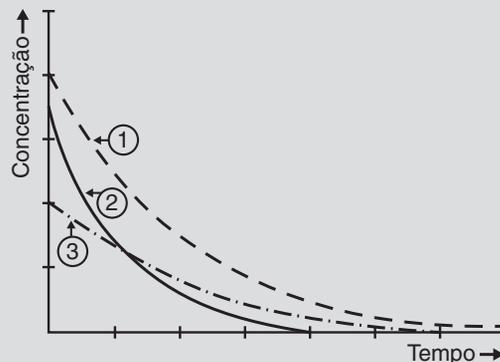


Quando se compra carne moída, deve-se pedir para moê-la na hora, em vez de comprar a que já está armazenada moída em bandejas. Por quê?



DESAFIO

1 Soluções aquosas de água oxigenada, H_2O_2 , decompõem-se dando água e gás oxigênio. A figura abaixo representa a decomposição de três soluções de água oxigenada em função do tempo, sendo que uma delas foi catalisada por óxido de ferro (III), Fe_2O_3 .

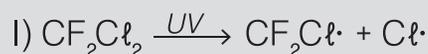


a) Qual das curvas representa a reação mais lenta? Justifique em função do gráfico.

b) Qual das curvas representa a reação catalisada? Justifique em função do gráfico.

Unicamp 1995. Segunda fase. Disponível em: <https://www.comvest.unicamp.br/vest_antiores/1995/download/QUIL_HIS.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

2 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:



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

- a) substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- b) servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- c) reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
- d) 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).
- e) 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.

Enem 2012. Prova azul. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2012/caderno_enem2012_sab_azul.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Rapidez de reação

- 1** A orientação que as embalagens dos medicamentos trazem com relação ao seu armazenamento deve-se ao fato de tanto a temperatura quanto a luz poderem acelerar transformações das substâncias presentes no medicamento, alterando sua composição e seus efeitos terapêuticos.
- 2** É comum abanar o carvão assim que ele se inflama, pois, ao se renovar o ar ao redor dele, aumenta-se a concentração de oxigênio, responsável pela queima do combustível, acelerando assim a combustão do carvão.
- 3** Na palha de aço, o ferro está na forma de fios finos, o que aumenta a superfície de contato do metal com o oxigênio do ar, acelerando a oxidação. O mesmo não acontece com o pedaço de ferro, que apresenta uma superfície de contato menor com o oxigênio do ar, o que torna sua oxidação mais lenta.
- 4** Um catalisador altera a rapidez de uma reação ao formar um novo complexo ativado, que apresenta uma energia menor que o complexo ativado formado sem catalisador. Com a formação do novo complexo ativado, a energia de ativação fica menor e mais moléculas vão apresentar energia suficiente para formar os produtos.

Desafio

- 1** Analisando a figura, você pode ter respondido que:
 - a) A curva que representa a reação mais lenta é a 3. Nela, há menor variação de concentração em função do tempo.
 - b) A curva 2 é a catalisada porque a reação representada termina em um tempo bem menor.
- 2** Alternativa correta: a. A razão da substituição é evitar destruir a camada de ozônio, já que os hidrocarbonetos não reagem com o ozônio na estratosfera.

Na natureza, muitas transformações são de equilíbrio: as reações que ocorrem nos organismos vivos, as que acontecem na atmosfera etc. Neste tema, você vai aprender sobre a umidade relativa do ar e sua relação com o equilíbrio existente entre a fase gasosa e a fase líquida da água.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

- Quando um carro está estacionado em uma ladeira, pode-se dizer que ele está em equilíbrio? Pense a respeito.
- Caso o volume de água que entra em uma caixa tenha o mesmo valor do volume que sai, pode-se dizer que o volume de água da caixa está em equilíbrio?

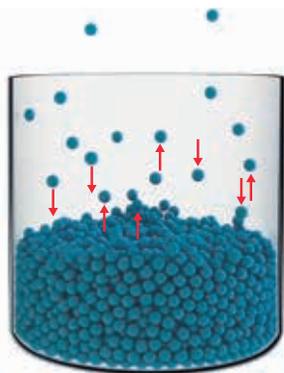
Pressão de vapor e equilíbrio

Na previsão do tempo, é comum ouvir falar em umidade relativa do ar – uma forma de indicar a quantidade de vapor de água na atmosfera terrestre. Para que se possa entender melhor o que é a umidade relativa e como ela pode variar, você verá o que é pressão de vapor de um líquido.

A evaporação é a passagem de um material do estado líquido para o gasoso sem que ocorra ebulição, e o ciclo da água que está nos oceanos, lagos, rios etc. do nosso planeta se deve a ela.

Segundo o modelo cinético da matéria, as moléculas de um líquido estão em constante movimento; as que apresentam maior energia e estão próximas da superfície do líquido rompem a interação existente no estado líquido e passam à atmosfera. Portanto, certa quantidade de água ou de outro líquido qualquer, colocada em um recipiente aberto, vai evaporar completamente para a atmosfera com o passar do tempo.

Por outro lado, se você colocar água em um recipiente e o fechar, a água vai evaporar até que a fase gasosa entre em equilíbrio com a fase líquida, isto é, a evaporação não se dará por completo. No início da evaporação, o número de moléculas que saem da fase líquida para a fase gasosa é maior que o número de moléculas que voltam da fase gasosa para a fase líquida. Com o decorrer do tempo, esse número de moléculas, nos dois processos, se iguala. A rapidez com que ocorre a evaporação se iguala à rapidez da condensação, e o sistema (conjunto de água líquida e vapor de água no recipiente fechado) entra em equilíbrio. Veja na figura a seguir como se dá esse processo.



Evaporação da água. No equilíbrio, o número de moléculas que saem da fase líquida para a gasosa, por unidade de tempo, é igual ao das que saem da fase gasosa para a líquida.

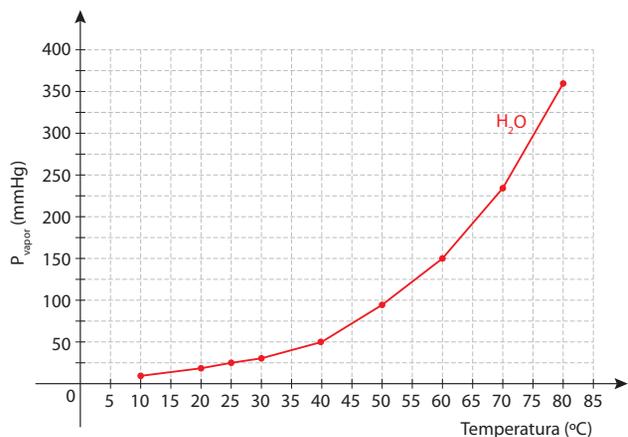
Portanto, a pressão de vapor de um líquido, que representa a pressão exercida pelo vapor quando está em equilíbrio com sua fase líquida, aumenta com a temperatura. Na figura ao lado, observe o gráfico que mostra a variação da pressão de vapor da água a diferentes temperaturas.

Os líquidos mais voláteis, que evaporam com maior facilidade, apresentam maior pressão de vapor à mesma temperatura que os menos voláteis.

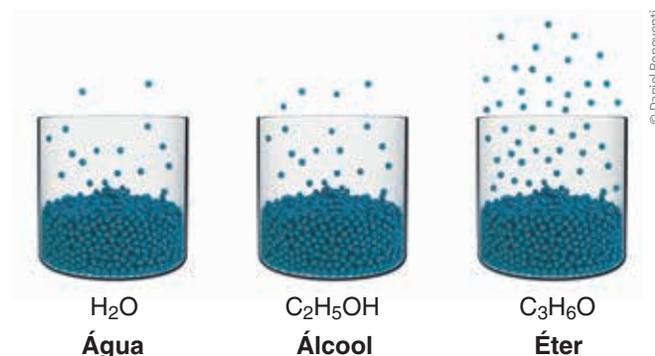
Quando o equilíbrio é alcançado, a pressão exercida pelo vapor da água, ou seja, a pressão exercida pelas partículas de água sobre a superfície da fase líquida, é chamada de pressão de vapor.

A pressão de vapor depende da temperatura. Por exemplo, ao se aquecer o líquido (nesse caso, a água), tira-se o sistema do equilíbrio, e a quantidade de água que evapora é maior que a quantidade que se condensa, até o equilíbrio ser novamente alcançado, só que agora com uma pressão de vapor maior por haver mais água no estado gasoso.

Variação da pressão de vapor da água com a temperatura



Fonte: UNIVERSIDADE Federal de Santa Catarina. Departamento de Química. Disponível em: <http://qmc.ufsc.br/quimica/pages/aulas/gas_page4.html>. Acesso em: 26 nov. 2014.



Evaporação da água, do álcool e do éter.

Os líquidos fervem em um recipiente aberto quando sua pressão de vapor fica igual à pressão atmosférica. Os menos voláteis apresentam as maiores temperaturas de ebulição, já que a pressão de vapor alcança a pressão atmosférica com

maior facilidade, como mostra a ilustração anterior. O gráfico ao lado apresenta as temperaturas de ebulição de três líquidos: éter, álcool e água, a diferentes pressões atmosféricas. Quando a pressão atmosférica é de 76 cmHg (760 mmHg ou 1 atm), isto é, ao nível do mar, as temperaturas de ebulição são, respectivamente, 35 °C, 80 °C e 100 °C.

Aumentando a pressão sobre o líquido, a temperatura de ebulição também aumenta. Por essa razão, cozinhar feijão ou outro alimento na panela de pressão é mais rápido. Durante o cozimento, como a panela está fechada, à medida que a temperatura aumenta, a pressão dentro da panela também aumenta, ficando maior que a pressão atmosférica; a válvula começa, então, a liberar vapor para manter a pressão dentro da panela em um limite seguro. Como a pressão dentro da panela é maior que a pressão atmosférica, a água vai ferver a uma temperatura maior do que ferveria em uma panela aberta, cozinhando o alimento mais rapidamente.

Trata-se de uma técnica também utilizada em uma das etapas para fabricar o leite em pó. Ao se aquecer o leite sob pressão reduzida, a maior parte da água contida nele evapora e, no final do processo, o leite, já com pouca água, é pulverizado na forma de gotículas sobre uma corrente de ar quente que retira o que sobrou de água, formando o leite em pó.

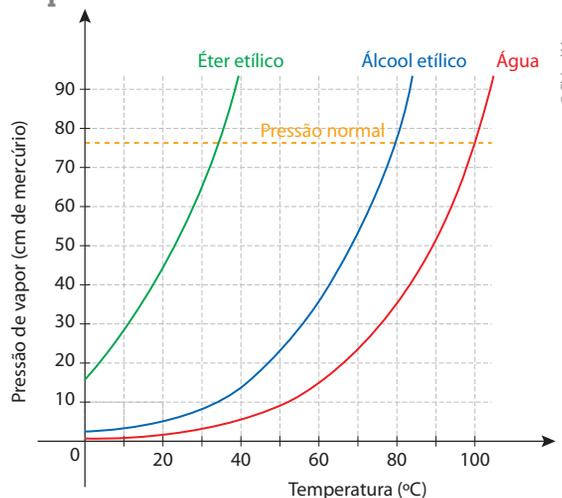
Uma vez conhecendo o que é pressão de vapor, você verá agora o que é umidade relativa.

Umidade relativa

A atmosfera terrestre apresenta vapor de água proveniente da evaporação da água nos oceanos e nos continentes. Toda essa água vai se incorporar na atmosfera, sendo medida pelo parâmetro da umidade relativa, que é monitorado por afetar nosso organismo. Umidade relativa muito baixa pode ocasionar sangramento do nariz, distúrbios respiratórios, ressecamento da pele, irritação nos olhos etc. Umidade muito elevada causa desconforto, e o ambiente fica abafado.

Quando se tem uma mistura gasosa, a pressão que ela exerce sobre a superfície da Terra – no caso da atmosfera – ou nas paredes de um recipiente – no caso

Temperatura de ebulição em função da pressão



Fonte: LIDE, David R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

de uma mistura confinada – é dada pelas pressões que cada um dos componentes exerceria se estivesse sozinho ocupando todo o espaço. Portanto, a pressão atmosférica é a soma das pressões parciais de cada gás existente na atmosfera.

A umidade relativa indica a relação entre a quantidade de água existente na atmosfera e a quantidade máxima que poderia existir. O valor máximo é dado pela pressão de vapor da água à temperatura em que está a atmosfera.

Analisando o gráfico *Variação da pressão de vapor da água com a temperatura*, verifica-se que na temperatura de 20 °C a quantidade máxima de água que pode existir na atmosfera é dada pela pressão parcial da água nessa temperatura, que é, aproximadamente, 25 mmHg. Isso significa que a quantidade máxima de vapor de água que a atmosfera teria a 20 °C é aquela que exerceria pressão de 25 mmHg. Caso a umidade relativa tenha o valor de 30%, a quantidade de vapor de água existente na atmosfera é 30% da quantidade máxima.

A Terra apresenta um sistema em que a água líquida e a água no estado gasoso estão em equilíbrio, como ocorre em um recipiente fechado contendo água. Quando a umidade relativa cai, a evaporação aumenta.

Quando a umidade relativa está muito baixa, você já reparou que as roupas secam rapidamente, mesmo estando na sombra? A razão é que a atmosfera está pobre em água, por isso aceita facilmente mais vapor de água, acelerando assim a evaporação e secando a roupa com maior rapidez.

ATIVIDADE

1 Pressão de vapor e umidade relativa

1 Quando a umidade relativa está baixa, é fácil secar a roupa que está no varal, mas, quando a umidade relativa está alta, secar a roupa é bem mais difícil. Por que a umidade relativa interfere no tempo de secagem da roupa?

2 Caso a umidade relativa do ar fosse 45% e a temperatura ambiente, 20 °C, qual seria a pressão do vapor de água na atmosfera? Consulte o gráfico *Variação da pressão de vapor da água com a temperatura*.

3 Analisando o gráfico *Temperatura de ebulição em função da pressão*, qual dos líquidos é o mais volátil e qual é o menos volátil?

4 Quais as temperaturas de ebulição das substâncias representadas no gráfico *Temperatura de ebulição em função da pressão*, à pressão atmosférica de 60 cm de mercúrio?

5 Comente a afirmação: “Sempre que a temperatura aumenta, a umidade relativa do ar também aumenta”.

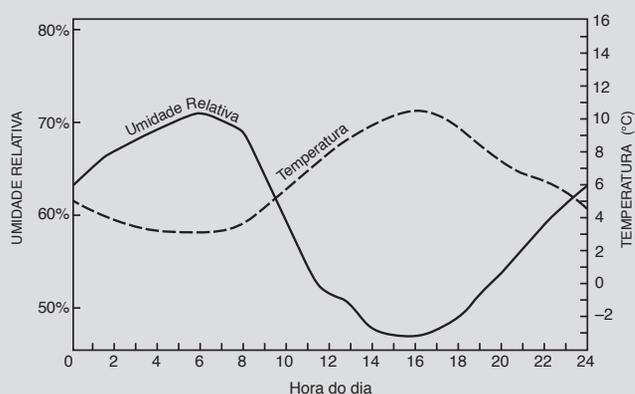


Você já percebeu que, quando a temperatura ambiente é de 30 °C e a umidade relativa é alta, sente-se mais calor que à mesma temperatura com umidade relativa baixa? Por que será que isso acontece?



DESAFIO

1 Umidade relativa do ar é o termo usado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera. Ela é definida pela razão entre o conteúdo real de umidade de uma parcela de ar e a quantidade de umidade que a mesma parcela de ar pode armazenar na mesma temperatura e pressão quando está saturada de vapor, isto é, com 100% de umidade relativa. O gráfico representa a relação entre a umidade relativa do ar e sua temperatura ao longo de um período de 24 horas em um determinado local.



Considerando-se as informações do texto e do gráfico, conclui-se que

- a insolação é um fator que provoca variação da umidade relativa do ar.
- o ar vai adquirindo maior quantidade de vapor de água à medida que se aquece.
- a presença de umidade relativa do ar é diretamente proporcional à temperatura do ar.
- a umidade relativa do ar indica, em termos absolutos, a quantidade de vapor de água existente na atmosfera.
- a variação da umidade do ar se verifica no verão, e não no inverno, quando as temperaturas permanecem baixas.

Enem 2009. Prova azul. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2009/dia1_caderno1.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

2 Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento

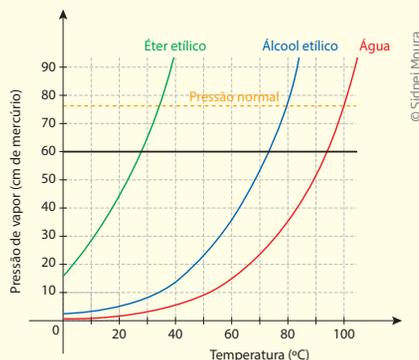
- será maior porque a panela “esfria”.
- será menor, pois diminui a perda de água.
- será maior, pois a pressão diminui.
- será maior, pois a evaporação diminui.
- não será alterado, pois a temperatura não varia.

Enem 1999. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/1999/1999_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Pressão de vapor e umidade relativa

- Quando a umidade relativa do ar está baixa, a atmosfera pode receber muita água no estado de vapor, facilitando a evaporação da água. O mesmo não acontece quando a umidade relativa está elevada, já que a atmosfera com grande quantidade de vapor de água torna a evaporação bem mais lenta.
- O gráfico indica que a pressão de vapor da água a 20 °C é de, aproximadamente, 25 mmHg, que seria a pressão de vapor da água quando a umidade relativa é de 100%. Como nesse exercício a umidade relativa é de 45%, a pressão que o vapor de água exerce na atmosfera será 45% de 25 mmHg, portanto, um valor próximo de 11 mmHg.
- Segundo o gráfico, o líquido mais volátil é o éter etílico, que apresenta o maior valor de pressão de vapor a determinada temperatura, e o líquido menos volátil é a água, que apresenta menor pressão de vapor a essa mesma temperatura. Quanto mais volátil for um líquido, maior será sua pressão de vapor.
- Quando a pressão atmosférica é de 60 cmHg, ou 600 mmHg, as temperaturas de ebulição do éter etílico, do álcool etílico e da água serão, respectivamente, 28 °C, 74 °C e 95 °C, aproximadamente.



TEMAS

1. Os oceanos: reguladores do clima terrestre e fontes de matéria-prima
2. O equilíbrio iônico da água e o pH

Introdução

Esta Unidade vai tratar da hidrosfera, nome dado a toda a água existente em nosso planeta, cujo volume total é estimado em $1,3 \cdot 10^9 \text{ km}^3$, que corresponde a $1,3 \cdot 10^{21} \text{ L}$. Os oceanos, que contêm cerca de 97% de toda a água, além de sua importância para a vida no planeta, exercem um papel fundamental no clima da Terra, sendo fontes de matéria-prima, de alimento e meio para o transporte, principalmente de cargas.

Nesta Unidade, você vai estudar as matérias-primas obtidas dos oceanos e as características que tornam a água o solvente e o meio de reação mais importante que existe. Verá também o que é pH, uma forma de representar o índice de acidez ou basicidade das substâncias.

Espera-se que o texto não só desperte a curiosidade pelo que será apresentado, como também esclareça vários conceitos que costumam ser utilizados mesmo que nem sempre se tenha clareza a respeito de seu significado.

Resolva as questões apresentadas e não deixe de anotar todas as dúvidas que surgirem durante o estudo.



© NASA/Corbis/Latinstock

Os oceanos cobrem a maior parte do globo terrestre.

TEMA 1

Os oceanos: reguladores do clima terrestre e fontes de matéria-prima

Neste tema, você aprenderá sobre o papel dos oceanos como reguladores do clima na Terra, sua composição química e as substâncias obtidas deles.

? O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Você já esteve na praia ao meio-dia em um dia de verão? Como estava a temperatura da areia? E a água do mar, também estava quente? À noite, a temperatura delas se altera?

Você já pensou por que isso ocorre?

O calor específico da água e sua importância no clima terrestre

Quando se vai à praia no verão, nota-se uma característica interessante. Bem cedo, a areia está fria e o mar, morno. Com o passar das horas, no entanto, a areia vai esquentando e, por volta do meio-dia, se você andar sobre ela descalço, pode até queimar os pés, embora o mar esteja fresco.

Isso ocorre porque, para aquecer a areia, a quantidade de energia necessária para elevar sua temperatura é bem menor que a necessária para aquecer a água à mesma temperatura.

Percebe-se também que à noite a areia volta a ficar fria e o mar continua morno, pois a areia perde energia na forma de calor mais rapidamente que a água do mar.

A razão é que a água, para aumentar sua temperatura, necessita de maior quantidade de energia que a areia e, portanto, se aquece mais lentamente. Da mesma forma, a água perde energia mais lentamente que a areia e, à medida que não se tem mais a ação do Sol, a areia esfria mais rapidamente que o mar.

A propriedade que determina quanto de energia está envolvida no aquecimento ou no resfriamento de uma substância é o **calor específico** ou a **capacidade calorífica específica**. O calor específico da água é $1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, o que significa que, para elevar a temperatura de 1 g de água em 1°C , é necessária 1 caloria (cal). Esse calor específico elevado é que faz dos oceanos um regulador da temperatura no planeta. Observe a tabela a seguir, que apresenta o calor específico de algumas substâncias.



O grande volume de água dos oceanos é fundamental para o controle do clima terrestre.

Material	Calor específico	
	(J/kg · °C)	(cal/g · °C)
Ouro	129	0,031
Prata	235	0,056
Cobre	385	0,092
Aço	435	0,104
Ferro	448	0,107
Vidro	670	0,16
Cimento (bloco)	780	0,186
Lã de vidro	800	0,19
Tijolo	835	0,199
Areia	840	0,2
Alumínio	903	0,216
Papel	1.340	0,320
Gelo	2.093	0,5
Água	4.186	1,000

Fonte: LIDE, David R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

Para que você tenha uma ideia da quantidade de energia envolvida no aquecimento dos oceanos, o volume de água neles é de aproximadamente $1,3 \cdot 10^9 \text{ km}^3$, o que corresponde a $1,3 \cdot 10^{21} \text{ L}$. Cada litro de água apresenta massa de aproximadamente 1 kg, portanto, a massa de água nos oceanos é em torno de $1,3 \cdot 10^{21} \text{ kg}$.

Para calcular a energia envolvida no aquecimento de todo o oceano em 1 °C , será utilizado o calor específico da água, que é $1 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$ ou $1 \text{ kcal/kg} \cdot \text{°C}$. A energia envolvida será:

$$1,3 \cdot 10^{21} \text{ kg} \cdot 1 \text{ kcal/kg} \cdot \text{°C} = 1,3 \cdot 10^{21} \text{ kcal/°C}$$

Essa energia corresponde à energia liberada na explosão de, aproximadamente, $6,5 \cdot 10^{10}$ bombas atômicas iguais às lançadas sobre a cidade de Hiroshima (Japão) na 2ª Guerra Mundial, uma energia enorme.

Como a capacidade calorífica específica da água é muito maior que a da atmosfera, os oceanos retêm muito mais energia que ela. No verão, os oceanos acumulam energia e, no inverno, eles a liberam na forma de calor, contribuindo para o controle da temperatura da Terra.

As correntes marinhas também contribuem para a distribuição de energia pelo planeta e para a evaporação e condensação de suas águas.

Além do calor específico da água, que indica a energia necessária para aumentar em 1 °C a temperatura de 1 g de água, para a água evaporar, é necessária a absorção de energia, a fim de romper as forças de atração existentes no estado líquido. A quantidade de energia absorvida na forma de calor depende da quantidade de água que vai evaporar e de outro parâmetro: o calor latente de evaporação, cujo valor para a água é de 540 cal/g, o que significa que, para evaporar 1 g de água, são necessárias 540 cal. O calor latente de evaporação é a energia necessária para evaporar 1 g de qualquer substância, e cada uma apresenta seu valor.

Quando a água evapora dos oceanos, há transferência de energia, na forma de calor, da atmosfera para o vapor de água. A energia fica acumulada na forma de energia de movimento e potencial nas moléculas de água. O vapor, sendo carregado para outras regiões, ao se condensar para formar a chuva, libera a energia contida no vapor de água na forma de calor para a atmosfera. O ciclo da água transporta água e energia para diferentes regiões, contribuindo para o controle do clima.

O papel dos oceanos no controle do clima vai muito além do que se apresentou aqui, o que mostra sua importância.

Os fenômenos físicos e químicos ocorrem sempre com absorção ou emissão de energia; quando absorvem energia, são chamados de processos **endotérmicos**, e, quando liberam energia, são chamados de processos **exotérmicos**.



Os oceanos como fonte de recursos

Você já viu a importância dos oceanos para o clima do planeta. Sua relevância para a humanidade, no entanto, vai além: eles são um importante meio para o deslocamento de cargas entre as diferentes regiões da Terra, fonte de alimento para os seres humanos e para muitas outras espécies, além de fontes de matéria-prima.

Os oceanos são ricos em substâncias das quais os seres necessitam. A água apresenta certas características que a capacitam a dissolver diversos sais minerais da crosta terrestre e levá-los aos oceanos, daí sua elevada salinidade. É cada vez maior a exploração das riquezas existentes, tanto as dissolvidas nas águas dos oceanos quanto as presentes no leito marinho.

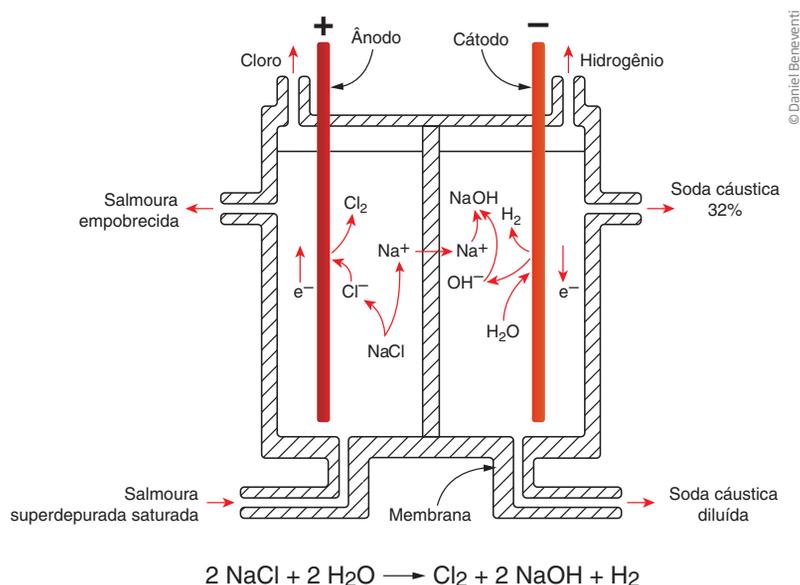


Salina.

Atualmente, do mar são obtidos cloreto de sódio, magnésio, bromo e potássio. Os sais de magnésio, de potássio e os brometos são retirados da salmoura obtida na evaporação da água do mar e transformados.

No Brasil, em locais de sol intenso e com ventos, condições ideais para a evaporação, a água do mar é recolhida em grandes áreas para a evaporação e a obtenção dos sais cloreto de sódio e cloreto de magnésio.

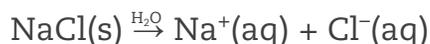
O sal **cloreto de sódio** é a principal substância retirada do mar. Uma vez obtida, a maior parte dessa substância é utilizada na indústria, por exemplo, na obtenção do gás cloro e do hidróxido de sódio, pelo processo de eletrólise em meio aquoso, que ocorre apenas quando forçado por uma corrente elétrica, pois a reação não é espontânea. Observe a figura a seguir, que representa o processo.



Eletrólise da salmoura para obtenção de cloro, hidróxido de sódio e hidrogênio.

Nas eletrólises em meio aquoso, o sal é dissolvido em água e, assim, libera os íons, dando-lhes mobilidade.

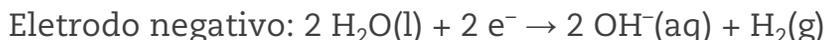
No caso do cloreto de sódio, ao se dissolver na água, ele libera os íons $\text{Na}^+(\text{aq})$ e $\text{Cl}^-(\text{aq})$, como mostra a equação a seguir.



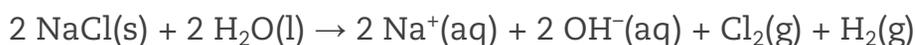
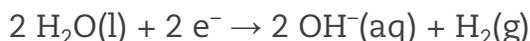
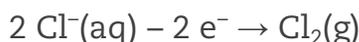
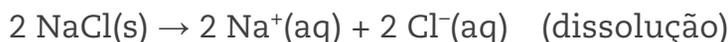
Os eletrodos (placas conectadas aos polos positivo e negativo de um gerador ou bateria), em contato com a solução, geram a reação representada a seguir.



Os íons $\text{Cl}^-(\text{aq})$ perdem elétrons para o eletrodo positivo, formando o gás cloro. As moléculas de água recebem esses elétrons, formando o íon $\text{OH}^-(\text{aq})$ e o gás hidrogênio.



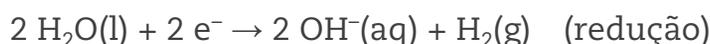
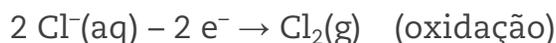
Somando-se as três equações:



A equação que representa a reação final é:



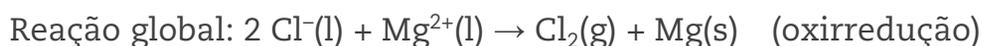
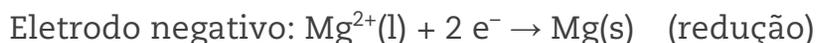
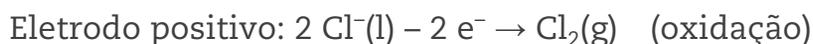
A eletrólise do sal comum produz soda cáustica (NaOH), gás cloro e gás hidrogênio. Durante a reação, há troca de elétrons entre as espécies reagentes; portanto, é uma reação de oxirredução. O íon cloreto sofre oxidação porque perde elétrons, e a água sofre redução porque ganha elétrons.



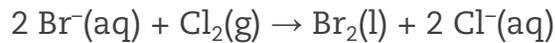
A corrente elétrica força a oxidação do Cl^- a gás cloro (Cl_2) e a redução da água forma OH^- e o gás H_2 .

O **magnésio** também é obtido da salmoura formada na evaporação da água do mar; o cloreto de magnésio é separado, já que a solubilidade do sal cloreto de magnésio é diferente da solubilidade do sal cloreto de sódio. O metal magnésio é obtido por eletrólise ígnea do cloreto de magnésio. Na eletrólise ígnea, o sal é aquecido até sofrer fusão total, ficando no estado líquido. Assim, seus íons se separam e ganham mobilidade.

Como na eletrólise do sal comum, uma corrente elétrica força a reação representada por:



O **bromo** é obtido por meio do tratamento da água do mar com cloro, que reage com os íons Br^- (brometos) existentes na água para formar o bromo (Br_2) em mais uma reação de oxirredução:



O mar é rico em muitos elementos e há uma discussão sobre como obter mais recursos dos oceanos. Sabe-se que há uma enorme quantidade de nódulos (aglomerados de forma esférica) no leito dos oceanos, ricos em vários metais como o manganês e o níquel. Grandes quantidades de petróleo são exploradas do subsolo dos oceanos, além de, atualmente, serem explorados também o diamante e o ouro.

Em um futuro relativamente próximo, haverá tecnologia para extrair vários metais dos oceanos, assim que novos métodos forem descobertos ou aperfeiçoados, métodos esses capazes de tornar tais explorações viáveis em termos econômicos.

ATIVIDADE 1 O oceano e o clima

1 Pouco antes de uma tempestade, é comum se ter a sensação de que a temperatura ambiente aumentou. Qual é a razão desse súbito aumento da temperatura ambiente?

2 Ao se colocar gelo em um copo, após algum tempo, a superfície externa dele fica úmida. Por que ocorre tal fato?

3 Por que os oceanos contribuem para o controle do aquecimento e do resfriamento no planeta?

4 Quais substâncias podem ser obtidas dos oceanos?

5 O sal comum é matéria-prima na obtenção de diversas substâncias. A equação a seguir representa uma das reações que ocorrem na eletrólise em meio aquoso do cloreto de sódio:



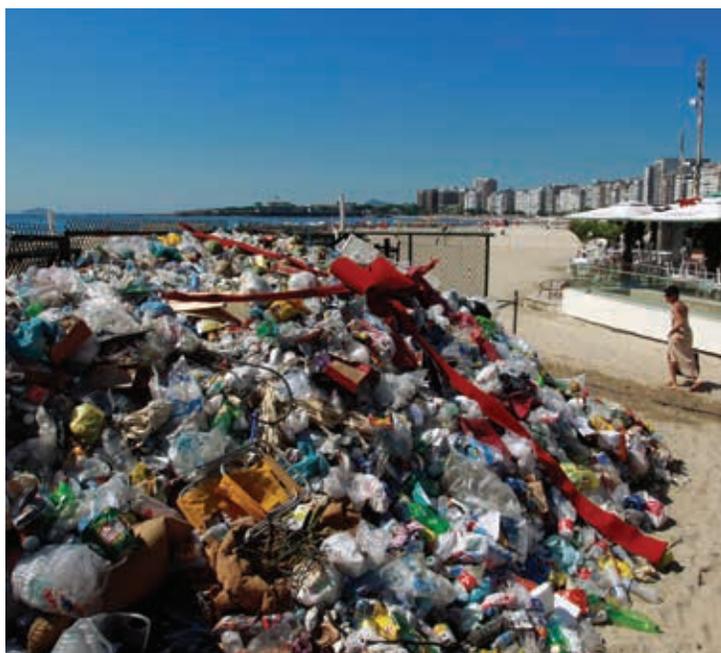
Analisando a equação, o íon Cl^{-} (cloreto) sofreu oxidação ou redução?

MOMENTO CIDADANIA



O Brasil possui uma enorme costa e praias muito bonitas e bem diferentes umas das outras. A frequência de pessoas nas praias brasileiras é cada vez maior, o que, muitas vezes, cria um grande problema: o descarte de lixo nas areias ou nas ruas das cidades litorâneas.

O problema é mais sério ainda quando se contabiliza a quantidade de lixo recolhido, principalmente após feriados, em praias nas quais a prefeitura mantém equipes para coletas.



Lixo coletado das areias da praia de Copacabana (RJ).

A imagem acima é do lixo que foi coletado pelos garis da Comlurb (Companhia Municipal de Limpeza Urbana – Rio de Janeiro) das areias da praia de Copacabana, no Rio de Janeiro, um dia depois do feriado de São Sebastião: 40 toneladas.

Vidros e metais abandonados causam um problema adicional, pois podem provocar ferimentos.

A maior parte do lixo abandonado e não recolhido vai para o mar. Os resíduos, principalmente os plásticos, acabam sendo ingeridos por diferentes animais, causando impactos na população de muitos deles.

O papel dos cidadãos, como usuários de um bem comum, é garantir que o resíduo de tudo que é consumido ou utilizado, e depois descartado, tenha um destino correto: as lixeiras das residências ou as coletivas.

Vale lembrar também que o problema não se restringe às praias: o lixo descartado em ruas e sarjetas causa inúmeros problemas: enchentes, por entupir bocas de lobo; criação de condições ideais para a proliferação de insetos e ratos; e poluição de rios ou mares quando o lixo é levado pelas águas da chuva.



Se metade do volume da água dos oceanos desaparecesse, você acha que ocorreria uma grande alteração no clima da Terra?

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - O oceano e o clima

- 1** O calor que se sente antes de uma tempestade deve-se ao fato de que uma enorme quantidade de vapor de água se condensa para se precipitar na forma de chuva. A condensação do vapor de água em água líquida libera energia na forma de calor.
- 2** Como o gelo está a uma temperatura bem menor que a do vidro do copo, há transferência de calor do vidro para o gelo, deixando o vidro com uma temperatura bem menor que a da atmosfera ao redor do copo. O vapor de água existente na atmosfera, ao entrar em contato com o copo, que está a uma temperatura menor, cede calor para ele e se condensa sobre a superfície do vidro, deixando-o úmido.
- 3** Os oceanos contribuem para o controle da temperatura do planeta com a evaporação e a condensação de suas águas, a absorção de calor da atmosfera no verão e sua liberação no inverno, além da distribuição de energia às diferentes regiões da Terra pelas correntes marinhas.
- 4** Dos oceanos obtêm-se cloreto de sódio e outros sais, que serão matéria-prima para a produção de magnésio, sódio e bromo. Além disso, de seu leito são extraídos petróleo, diamante e ouro.
- 5** O íon Cl^- sofreu oxidação ao perder elétrons durante a eletrólise.

Neste tema, você vai estudar o equilíbrio iônico da água, o que o levará a compreender o significado do pH, o que ele mede e como é calculado.

? O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Para se ter um aquário, é necessário tomar alguns cuidados para que os peixes tenham boa saúde. Assim, além de alimentá-los, é preciso atentar para a qualidade da água. Um dos cuidados é verificar seu pH.

Quais informações você acha que o pH indica sobre a água?



É necessário controlar o pH da água do aquário.

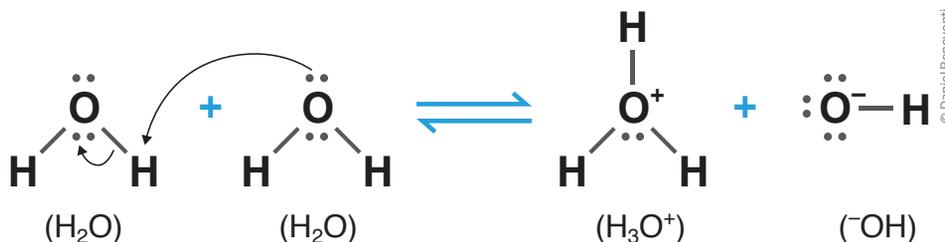
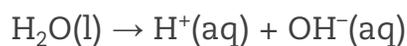
📖 O equilíbrio iônico da água

As propriedades que a água apresenta podem ser explicadas pelas características de suas moléculas e como elas interagem entre si e com outras partículas.

As interações entre as moléculas polares da água resultam em uma ionização: o polo positivo de uma molécula interage com o polo negativo de outra, formando os íons representados na equação:



que é simplificada para:



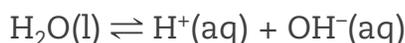
Da mesma forma como na pressão de vapor de um líquido, em que as moléculas de água do estado gasoso ficam em equilíbrio com as da água líquida, à medida que se formam os íons $\text{H}^+(\text{aq})$ e $\text{OH}^-(\text{aq})$, eles voltam a se unir, formando de novo a molécula de água. A ionização da água alcança o equilíbrio quando a rapidez da

reação de ionização da água se iguala à rapidez da reação de formação da água a partir dos íons $\text{H}^+(\text{aq})$ e $\text{OH}^-(\text{aq})$.

No equilíbrio, como se pode ver na equação a seguir, a quantidade de íons H^+ é igual à quantidade de íons OH^- . Estando a água a $25\text{ }^\circ\text{C}$, a concentração de íons H^+ é igual a $1 \cdot 10^{-7}\text{ mol/L}$, que também é a concentração de OH^- , $1 \cdot 10^{-7}\text{ mol/L}$. O produto das concentrações de H^+ ($[\text{H}^+]$) e OH^- ($[\text{OH}^-]$) é sempre constante e, para a temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$, vale $1 \cdot 10^{-14}$.

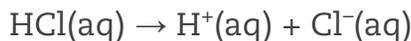
$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-14}$$

A seta dupla a seguir representa que a reação de ionização da água ocorre ao mesmo tempo que a de associação dos íons para formar água novamente:



Caso se acrescente 1 mol de ácido clorídrico (HCl) em água até completar 1 L, tem-se uma solução aquosa de ácido clorídrico de concentração 1 mol/L (1 mol de HCl em 1 L de solução).

Como o HCl é um ácido forte, praticamente todas as suas moléculas sofrem ionização:



Isso significa que, ao acrescentar 1 mol de HCl à água, 1 mol de H^+ e 1 mol de Cl^- serão formados. Em 1 L de solução, vê-se que a concentração de H^+ (representada por $[\text{H}^+]$) passou a ser 1 mol/L ou $1 \cdot 10^0\text{ mol/L}$ (a água já continha uma pequena quantidade de íons H^+ . Como essa quantidade é muito pequena se comparada à que foi adicionada, ela pode ser desprezada em cálculos de concentração). Como o produto das concentrações de H^+ e OH^- deve apresentar o valor $1 \cdot 10^{-14}$, tem-se que:

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$1 \cdot 10^0 \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14}; \text{ logo, } [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

Na solução aquosa de HCl, as concentrações de H^+ e OH^- serão:

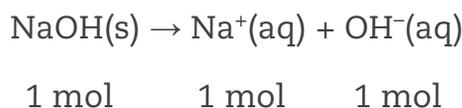
$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^0\text{ mol/L ou } 1\text{ mol/L e } [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14}\text{ mol/L}$$

Diluindo-se a solução inicial de concentração 1 mol/L de 10 em 10 vezes, isto é, aumentando-se o volume da solução inicial em 10 vezes (com o acréscimo de água) e repetindo-se a operação algumas vezes, são obtidas as concentrações:

Concentração de HCl (mol/L)	[H ⁺] mol/L	[OH ⁻] mol/L	[H ⁺] · [OH ⁻]
1 ou 1 · 10 ⁰	1 · 10 ⁰	1 · 10 ⁻¹⁴	1 · 10 ⁻¹⁴
0,1 ou 1 · 10 ⁻¹	1 · 10 ⁻¹	1 · 10 ⁻¹³	1 · 10 ⁻¹⁴
0,01 ou 1 · 10 ⁻²	1 · 10 ⁻²	1 · 10 ⁻¹²	1 · 10 ⁻¹⁴
0,001 ou 1 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻¹¹	1 · 10 ⁻¹⁴
0,0001 ou 1 · 10 ⁻⁴	1 · 10 ⁻⁴	1 · 10 ⁻¹⁰	1 · 10 ⁻¹⁴
0,00001 ou 1 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁹	1 · 10 ⁻¹⁴
0,000001 ou 1 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁸	1 · 10 ⁻¹⁴
0,0000001 ou 1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻¹⁴

Neste momento, não adianta colocar mais água. A concentração de H⁺ não mais se altera, já que alcançou a concentração de H⁺ existente na água, formado em sua autoionização.

O mesmo ocorre ao se dissolver 1 mol de hidróxido de sódio (NaOH) em água até alcançar 1 L de solução. A base NaOH é forte e, em água, sofre dissociação total, isto é, todos os íons se separam e o NaOH se dissolve completamente:



Tem-se 1 mol de íons OH⁻ em água, e a concentração será 1 mol/L. Como o valor do produto das concentrações [H⁺] · [OH⁻] = 1 · 10⁻¹⁴ não pode mudar, a concentração de H⁺(aq) ficará 1 · 10⁻¹⁴ mol/L.

Diluindo-se a solução inicial de concentração 1 mol/L de 10 em 10 vezes, são obtidas as concentrações:

Concentração de NaOH (mol/L)	[OH ⁻] mol/L	[H ⁺] mol/L	[H ⁺] · [OH ⁻]
1 ou 1 · 10 ⁰	1 · 10 ⁰	1 · 10 ⁻¹⁴	1 · 10 ⁻¹⁴
0,1 ou 1 · 10 ⁻¹	1 · 10 ⁻¹	1 · 10 ⁻¹³	1 · 10 ⁻¹⁴
0,01 ou 1 · 10 ⁻²	1 · 10 ⁻²	1 · 10 ⁻¹²	1 · 10 ⁻¹⁴
0,001 ou 1 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻¹¹	1 · 10 ⁻¹⁴
0,0001 ou 1 · 10 ⁻⁴	1 · 10 ⁻⁴	1 · 10 ⁻¹⁰	1 · 10 ⁻¹⁴
0,00001 ou 1 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁹	1 · 10 ⁻¹⁴
0,000001 ou 1 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁸	1 · 10 ⁻¹⁴
0,0000001 ou 1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻¹⁴

Não adianta continuar acrescentando água; as concentrações não mais se alterarão, porque se igualaram à concentração dos íons OH^- em água.

Você percebeu que a água pura possui íons H^+ e OH^- e que eles estão na mesma quantidade. Por essa razão, ela não é considerada nem ácida nem básica, e sim neutra. Uma solução aquosa é considerada ácida quando a concentração de íons H^+ é maior que a concentração de íons OH^- e básica quando a concentração de íons OH^- é maior que a concentração de íons H^+ .

Em qualquer amostra de água pura, o produto da concentração dos íons H^+ pela concentração dos íons OH^- é sempre $1 \cdot 10^{-14}$, à temperatura de 25 °C.

O pH e o pOH

Para expressar as concentrações dos íons H^+ ou dos íons OH^- nas soluções aquosas, Søren Peter Sørensen (1868-1939), bioquímico dinamarquês, criou as notações pH e pOH, uma maneira simples de representar as concentrações de H^+ e de OH^- . Segundo Sørensen:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ ou } \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} \text{ ou } \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Portanto, se a concentração de íons H^+ ($[\text{H}^+]$) for $1 \cdot 10^{-5}$ mol/L, o pH da solução será 5, a concentração de íons OH^- ($[\text{OH}^-]$) será $1 \cdot 10^{-9}$ e o pOH da solução será 9. O pH, potencial hidrogeniônico da solução, corresponde ao cologaritmo (inverso do logaritmo) da concentração de íons H^+ . Da mesma forma, o pOH, potencial hidroxiliônico, é o cologaritmo da concentração de íons OH^- .

Lembrando-se de que o produto da concentração dos íons H^+ pela concentração dos íons OH^- na água pura a 25 °C é $1 \cdot 10^{-14}$, a soma dos valores de pH e pOH é igual a 14, à temperatura de 25 °C. Sendo assim, conhecer o pH é conhecer também o pOH:

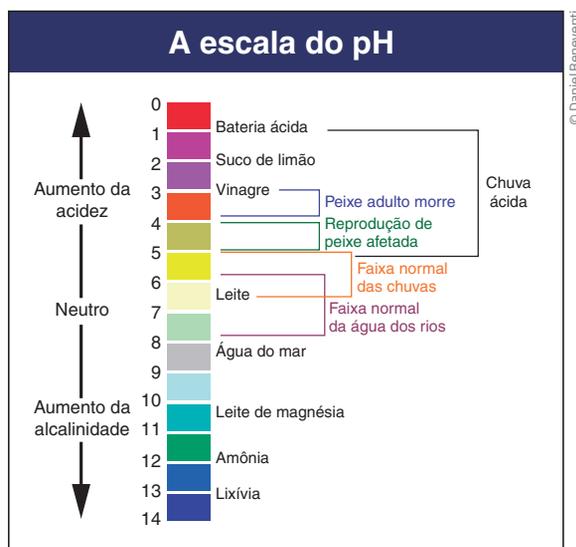
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Portanto, uma solução de pH 9 apresenta concentração de H^+ igual a $1 \cdot 10^{-9}$ (0,000000001) mol/L e concentração de íons OH^- igual a $1 \cdot 10^{-5}$ (0,00001) mol/L. A solução é básica (alcalina), porque a concentração de OH^- é maior que a concentração de H^+ . O pOH da solução é 5.

Uma solução de pH = 7 é neutra, pois as concentrações de H^+ e de OH^- são iguais, tendo o valor de $1 \cdot 10^{-7}$ mol/L.

Uma solução de $\text{pH} = 4$ apresenta concentração de H^+ igual a $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$, e a concentração de OH^- é $1 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$. A solução é ácida, porque a concentração de íons H^+ é maior que a de íons OH^- .

Na figura a seguir, observe a relação do pH de soluções encontradas no dia a dia.

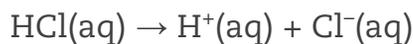


O pH de algumas soluções comuns a 25 °C.

À temperatura de 25 °C, as soluções aquosas com pH acima de 7 são consideradas alcalinas (básicas), e as que apresentam valor abaixo de 7, ácidas.

Determinando o pH de soluções

O objetivo agora é determinar o pH de uma solução de **ácido clorídrico** (HCl) de concentração 3,65 g/L. Pela equação que representa a ionização do HCl , tem-se:



A massa molar de HCl é 36,5 g/mol; logo, 3,65 g de HCl correspondem a 0,1 mol/L. Como o HCl é um ácido forte, que se encontra praticamente todo ionizado, a concentração de $\text{H}^+(\text{aq})$ será também 0,1 mol/L, segundo a equação. Uma vez que a concentração 0,1 mol/L de H^+ é o mesmo que $1 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ de H^+ , o pH da solução será 1 e, supondo que essa solução esteja a 25 °C, o pOH será 13 (lembre-se de que $\text{pH} + \text{pOH} = 14$).

Qual será o pH de uma solução de **hidróxido de sódio** (NaOH) de concentração 0,04 g/L? A dissolução de NaOH é total e, como a base é forte, sofre total dissociação (separação) dos íons:



Como a massa molar de NaOH é 40 g/mol, em 0,04 g/L tem-se 0,01 mol/L de NaOH, que, dissolvido em água, libera 0,01 mol/L de OH^- (aq). Como a concentração de OH^- é $1 \cdot 10^{-2}$ mol/L, a concentração de H^+ (aq) será $1 \cdot 10^{-12}$; assim, o pH será 12, e o pOH, 2.

Dissolvendo-se 0,49 g de **ácido sulfúrico** (H_2SO_4) em água até o volume de 0,5 L, qual será o pH da solução, sabendo-se que a massa molar de H_2SO_4 é 98 g/mol? Suponha que ocorre ionização total do ácido.



A equação mostra que, para cada mol de H_2SO_4 (aq), são obtidos 2 mol de H^+ (aq).

A massa de 0,49 g de H_2SO_4 corresponde a 0,005 mol de H_2SO_4 $\left(\frac{0,49 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}}\right)$, que está dissolvido em 0,5 L de solução. A concentração molar de H_2SO_4 será, portanto, $\frac{0,005 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,01 \text{ mol/L}$ de H_2SO_4 .

A concentração de H^+ é o dobro da concentração de H_2SO_4 (ver a equação que representa a ionização do ácido). Assim, tem-se para a concentração de H^+ (aq) o valor de 0,02 mol/L, ou $2 \cdot 10^{-2}$ mol/L. Como não se vai calcular o cologaritmo de $2 \cdot 10^{-2}$, o valor do pH será estimado.

$2 \cdot 10^{-2}$ mol/L é maior que $1 \cdot 10^{-2}$ mol/L (pH = 2) e menor que $1 \cdot 10^{-1}$ mol/L (pH = 1). O pH da solução está entre os valores 1 e 2.

Observe mais um exemplo, agora com um ácido fraco, isto é, aquele em que não são todas as suas moléculas que ionizam. O vinagre é uma solução que contém, aproximadamente, 4,0 g de **ácido acético** (CH_3COOH) em 100 mL de solução. Das moléculas dissolvidas, apenas 1,3% delas sofre ionização. Qual é o pH do vinagre?

Analisando a equação, tem-se:



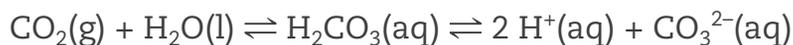
A massa molar do CH_3COOH é 60 g/mol, logo, 4,0 g corresponde a $\frac{4,0 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}} = 0,07 \text{ mol}$ de CH_3COOH . A concentração de CH_3COOH será = 0,7 mol/L.

Se a ionização fosse total, teria-se para a concentração de H^+ (aq) o mesmo valor, 0,7 mol/L. Como apenas 1,3% se ioniza, a concentração de H^+ (aq) seria 0,0091 mol/L.

A concentração de H^+ (aq), em potência de dez, será $9,1 \cdot 10^{-3}$ mol/L. A concentração de H^+ (aq) está entre os valores $1 \cdot 10^{-2}$ mol/L (pH = 2) e $1 \cdot 10^{-3}$ mol/L (pH = 3); assim, o pH do vinagre está entre 2 e 3.

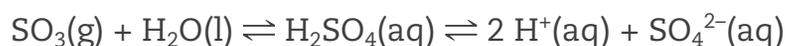
O pH da chuva

Ao contrário do que muitos pensam, mesmo sem poluição atmosférica, a chuva é ácida, pois seu pH fica em torno de 5,6. O fato se deve ao gás carbônico existente na atmosfera, que, ao se dissolver na água da chuva, forma o ácido carbônico (H_2CO_3). A dissolução de CO_2 na água dá origem aos equilíbrios:



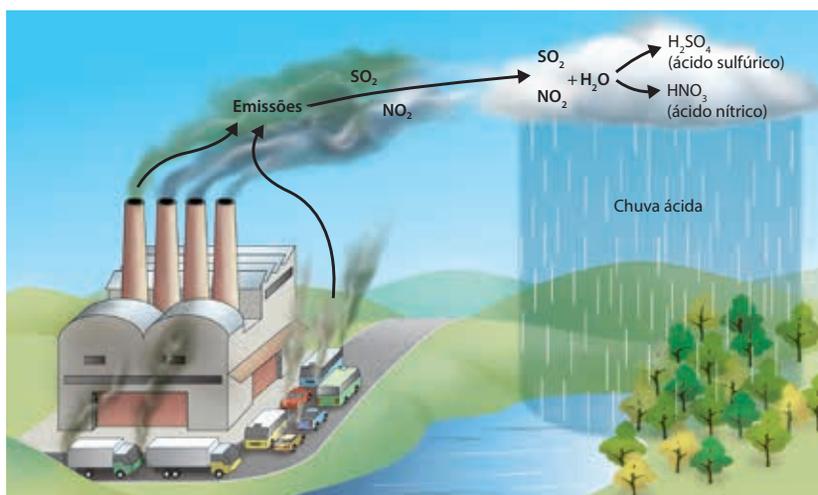
A formação do ácido carbônico leva à formação de íons $\text{H}^+(\text{aq})$, que baixam o pH da água das chuvas.

O que se chama de chuva ácida é uma mistura que contém os mais diversos poluentes encontrados na atmosfera, como os óxidos de enxofre e os óxidos de nitrogênio, que reagem com água e formam ácidos. Os dois óxidos são produtos de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis. No caso do SO_3 (trióxido de enxofre – criado a partir da reação de SO_2 com O_2), tem-se a formação de ácido sulfúrico quando em contato com a água:



Observe a figura, que representa como se dá a formação da chuva ácida.

O pH da chuva ácida pode ficar entre 4,5 e 2,8, o que pode: causar enormes prejuízos, como a corrosão de monumentos de mármore e do cimento das construções; tornar as roupas mais suscetíveis a se rasgar; acelerar a corrosão de materiais feitos de ferro etc. Além da ação sobre os materiais, a chuva ácida afeta ecossistemas sensíveis a mudanças de pH.



Formação da chuva ácida.

Não é somente a ação humana que altera o pH da chuva: erupções vulcânicas lançam milhões de toneladas de óxido de enxofre na atmosfera, e relâmpagos e processos biológicos de microrganismos também contribuem para a formação de óxidos de nitrogênio.

O pH do sangue

O organismo humano também é sensível a mudanças de pH. Todos os processos biológicos que ocorrem nos seres vivos são dependentes do pH. O sangue dos mamíferos deve apresentar pH entre 7,35 e 7,45; a diminuição desse valor pode causar acidose e o aumento, alcalose; em alguns casos essas alterações levam à morte. Todos os fluidos biológicos, uns mais e outros menos, são sensíveis a mudanças de pH.



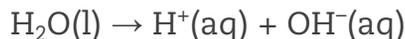
A hidrólise e o tratamento de água

Em uma das etapas do tratamento da água servida à população, é acrescentado a ela o sulfato de alumínio, que tem a função de ajudar na decantação de partículas sólidas em suspensão, antes da filtração. Como isso acontece?

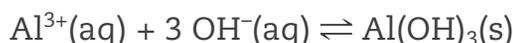
Ao se dissolver na água, o **sulfato de alumínio** ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) sofre dissociação, como representado a seguir:



A água apresenta autoionização, representada pela equação:

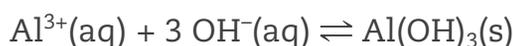
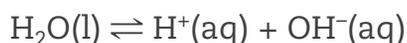


O íon $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ dá origem a uma base fraca e pouco solúvel, $\text{Al}(\text{OH})_3$, e assim ocorre a hidrólise, representada pela equação:



O hidróxido de alumínio é um precipitado gelatinoso com grande superfície de contato, e seu papel é adsorver (aglutinar) as partículas sólidas que estão em suspensão, aumentando a massa e facilitando a precipitação na decantação.

Analisando as duas equações que representam os equilíbrios, tem-se:



O íon $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$, do segundo equilíbrio, retira íons $\text{OH}^-(\text{aq})$ do primeiro equilíbrio para formar $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$. Assim, a concentração de íons $\text{H}^+(\text{aq})$ fica maior que a concentração de íons $\text{OH}^-(\text{aq})$, tornando a solução ácida.

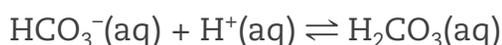
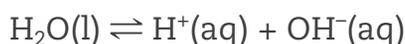
O sal sulfato de alumínio atua como ácido, pois reage com a água, sofrendo o que se chama de hidrólise, para formar uma base fraca ao retirar íons $\text{OH}^-(\text{aq})$ da água, tornando-a ácida.

Em várias situações, utiliza-se sal para neutralizar ou diminuir a acidez, como no alívio da acidez estomacal com o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), ou a utilização do carbonato de cálcio (CaCO_3) na correção do pH do solo, para diminuir sua acidez.

Agora, observe como age o **bicarbonato de sódio** em água. Ao dissolver o sal na água, ocorre a dissociação iônica, isto é, a separação dos íons formadores do sal:



O íon HCO_3^- em presença de íons H^+ reage para formar o ácido H_2CO_3 , um ácido fraco, isto é, pouco ionizado:

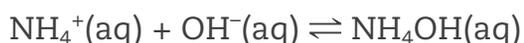
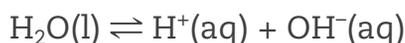


Os íons HCO_3^- retiram íons H^+ , e sua concentração fica menor que a concentração dos íons OH^- . A solução, portanto, fica básica.

Assim, um sal pode atuar como um ácido ou uma base.

Veja outro exemplo: o **nitrato de amônio** (NH_4NO_3), usado como fonte de nitrogênio para as plantas em adubos, deixa o solo mais ácido, diminuindo o pH. Acompanhe a seguir como isso acontece.

Ao dissolver o nitrato de amônio em água, ocorre a dissociação iônica do sal:



Os íons NH_4^+ reagem com os íons OH^- para formar o NH_4OH , uma base fraca, e a concentração dos íons $\text{OH}^-(\text{aq})$ diminui, ficando menor que a concentração dos íons $\text{H}^+(\text{aq})$. A solução, portanto, fica ácida.



ASSISTA!

Química – Volume 3

A importância do pH

Esse vídeo começa com visitas a uma estação de tratamento de água e a um estabelecimento que trabalha com peixes ornamentais. Nessas visitas, você vai conhecer a importância do controle do pH. Na sequência, o professor traduz o significado de pH realizando uma série de experimentos no laboratório. Sais que hidrolisam na água são apresentados para mostrar que muitos sais se comportam como ácidos ou bases. É também nesse momento que se explica, utilizando experimentos, o que são ácidos fortes e fracos e bases fortes e fracas.

Aproveitando o estudo da reação ácido-base, fabrica-se sabão utilizando óleo e hidróxido de sódio.

Para finalizar, um teste com água dura mostra as vantagens de utilizar o detergente no lugar do sabão.

ATIVIDADE 1 pH

1 Muitos produtos usados diariamente apresentam características ácidas ou básicas. A tabela ao lado apresenta possíveis valores de pH para alguns deles.

Produtos	pH a 25 °C
Suco de limão	3,0
Vinagre	2,5
Sabonete líquido	5,5
Refrigerante	2,0
Amoníaco	11,0

a) Dos produtos apresentados, qual é o mais ácido e qual é o mais básico?

b) Qual seria a concentração de íons $H^+(aq)$ no suco de limão?

c) Qual é o pOH do amoníaco?

d) Entre quais valores está a concentração de $H^+(aq)$ no sabonete líquido?

2 Um produto de limpeza apresenta concentração de íons $OH^-(aq)$ de $2 \cdot 10^{-5}$ mol/L. Entre quais valores está o pH do produto?

3 Uma amostra de ácido muriático apresenta pH igual a 2. Diluindo-se a solução dez vezes, qual será o novo pH dela?

4 Qual é a razão de, mesmo em locais não poluídos, o pH da chuva apresentar um valor em torno de 5,6?

5 Existem sais que, em contato com a água, comportam-se como ácidos ou como bases?



Você já se perguntou por que, na agricultura, um sal como o carbonato de cálcio é usado para corrigir o pH do solo?



DESAFIO

1 Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases.

Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)
Suco de limão	10^{-2}
Leite	10^{-6}
Vinagre	10^{-3}
Álcool	10^{-8}
Sabão	10^{-12}
Carbonato de sódio/barrilha	10^{-12}

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- a) Álcool ou sabão.
- b) Suco de limão ou álcool.
- c) Suco de limão ou vinagre.
- d) Suco de limão, leite ou sabão.
- e) Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

2 As informações abaixo foram extraídas do rótulo da água mineral de determinada fonte.

ÁGUA MINERAL NATURAL	
<u>Composição química provável em mg/L</u>	
Sulfato de estrôncio	0,04
Sulfato de cálcio	2,29
Sulfato de potássio	2,16
Sulfato de sódio	65,71
Carbonato de sódio	143,68
Bicarbonato de sódio	42,20
Cloreto de sódio	4,07
Fluoreto de sódio	1,24
Vanádio	0,07
<u>Características físico-químicas</u>	
pH a 25°C	10,00
Temperatura da água na fonte	24°C
Condutividade elétrica	4,40x10 ⁻⁴ ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180°C	288,00 mg/L
<u>CLASSIFICAÇÃO:</u>	
“ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA”	

Indicadores ácido-base são substâncias que em solução aquosa apresentam cores diferentes conforme o pH da solução. O quadro abaixo fornece as cores que alguns indicadores apresentam à temperatura de 25 °C.

Indicador	Cores conforme o pH
Azul de bromotimol	amarelo em $\text{pH} \leq 6,0$; azul em $\text{pH} \geq 7,6$
Vermelho de metila	vermelho em $\text{pH} \leq 4,8$; amarelo em $\text{pH} \geq 6,0$
Fenolftaleína	incolor em $\text{pH} \leq 8,2$; vermelho em $\text{pH} \geq 10,0$
Alaranjado de metila	vermelho em $\text{pH} \leq 3,2$; amarelo em $\text{pH} \geq 4,4$

Suponha que uma pessoa inescrupulosa guardou garrafas vazias dessa água mineral, enchendo-as com água de torneira (pH entre 6,5 e 7,5) para serem vendidas como água mineral. Tal fraude pode ser facilmente comprovada pingando-se na “água mineral fraudada”, à temperatura de 25 °C, gotas de

- azul de bromotimol ou fenolftaleína.
- alaranjado de metila ou fenolftaleína.
- alaranjado de metila ou azul de bromotimol.
- vermelho de metila ou azul de bromotimol
- vermelho de metila ou alaranjado de metila.

Enem 1999. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/1999/1999_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

3 O suco extraído do repolho-roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido (pH entre 0 e 7) ou básico (pH entre 7 e 14) de diferentes soluções. Misturando-se um pouco de suco de repolho e da solução, a mistura passa a apresentar diferentes cores, segundo sua natureza ácida ou básica, de acordo com a escala abaixo.

Cor:	Vermelho	Rosa	Roxo	Azul	Verde	Amarelo								
pH:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Algumas soluções foram testadas com esse indicador, produzindo os seguintes resultados:

Material	Cor
I Amoníaco	Verde
II Leite de magnésia	Azul
III Vinagre	Vermelho
IV Leite de vaca	Rosa

De acordo com esses resultados, as soluções I, II, III e IV têm, respectivamente, caráter:

- a) ácido/básico/básico/ácido.
- b) ácido/básico/ácido/básico.
- c) básico/ácido/básico/ácido.
- d) ácido/ácido/básico/básico.
- e) básico/básico/ácido/ácido.

Enem 2000. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2000/2000_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - pH

1 Analisando a tabela, pode-se chegar às seguintes respostas:

- a) O produto mais ácido é o refrigerante, pois apresenta o menor pH e a maior concentração de íons $H^+(aq)$, e o produto mais básico é o amoníaco, por apresentar o maior pH e a maior concentração de íons $OH^-(aq)$.
- b) Como o pH do suco de limão é 3, a concentração de íons $H^+(aq)$ no suco é $1 \cdot 10^{-pH}$ mol/L, portanto, a concentração de íons $H^+(aq)$ é $1 \cdot 10^{-3}$ mol/L.
- c) A soma do pH e do pOH a 25 °C é sempre 14. Como o pH do amoníaco é 11, o pOH é 3.
- d) O pH do sabonete líquido está entre 5 e 6, que corresponde às concentrações de $H^+(aq)$ entre $1 \cdot 10^{-5}$ mol/L e $1 \cdot 10^{-6}$ mol/L.

2 A concentração dos íons $OH^-(aq)$ é de $2 \cdot 10^{-5}$ mol/L, valor que é maior que $1 \cdot 10^{-5}$ mol/L e menor que $1 \cdot 10^{-4}$ mol/L; assim, o pOH do produto de limpeza está entre 5 e 4. Como o pH somado ao pOH, a 25 °C, é sempre 14, o pH do produto está entre os valores 9 e 10.

3 Ao diluir a solução dez vezes, a concentração de íons $H^+(aq)$ também será reduzida em dez vezes. Como o pH antes da diluição era 2, que corresponde à concentração de $H^+(aq)$ $1 \cdot 10^{-2}$ mol/L, ao diluir a solução dez vezes, a concentração passará a ser $1 \cdot 10^{-3}$ mol/L e o pH, 3.

4 A chuva, mesmo em locais não poluídos, apresenta pH ácido, porque, ao atravessar a atmosfera, dissolve o CO_2 nela existente e reage, formando o ácido carbônico (H_2CO_3). A formação do ácido carbônico leva à formação de íons $H^+(aq)$, o que baixa o pH.

TEMAS

1. Recursos não renováveis: petróleo, gás natural e carvão mineral
2. O átomo de carbono e os compostos orgânicos
3. Os biocombustíveis e as funções oxigenadas

Introdução

Nesta Unidade, além dos recursos não renováveis, você vai estudar alguns compostos de carbono importantes, também conhecidos como compostos orgânicos, obtidos diretamente ou indiretamente desses recursos. Você conhecerá também algumas funções da Química Orgânica, seus usos, sua importância econômica e como é possível substituir recursos não renováveis, amplamente utilizados, por recursos renováveis e menos poluentes.

Espera-se que a Unidade forneça informações importantes e que lhe permita compreender como nosso modo de vida depende desse conhecimento.

TEMA 1

Recursos não renováveis: petróleo, gás natural e carvão mineral

Dos recursos não renováveis explorados, o petróleo, o gás natural e o carvão mineral são os mais conhecidos. Eles são as principais fontes de energia da humanidade e também de matéria-prima para a indústria química.

Neste tema, você vai conhecer a teoria mais aceita sobre a formação desses recursos, como são separadas as frações do petróleo e os principais compostos que dele se obtêm.



O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Existe hoje um movimento mundial em prol da substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia. Você já ouviu falar sobre fontes renováveis de energia? E sobre combustíveis fósseis?



Matriz energética

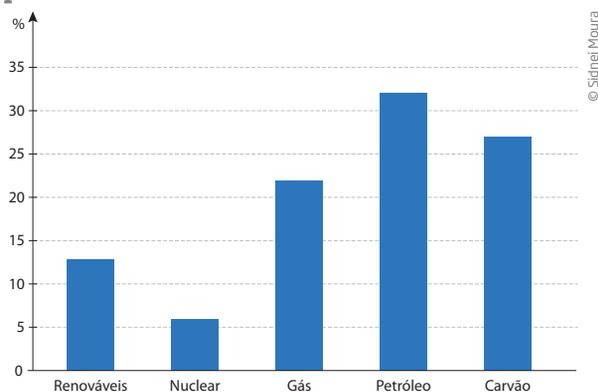
A matriz energética de um país é toda a energia disponível que pode ser transformada e utilizada nas mais diversas atividades. Sua análise permite planejar a melhor maneira de usar os recursos energéticos disponíveis.

O consumo de energia no mundo cresce e continuará a crescer, principalmente com o desenvolvimento e a inclusão cada vez maior de populações que não tinham acesso à energia elétrica e a outros bens cuja produção necessita de energia.

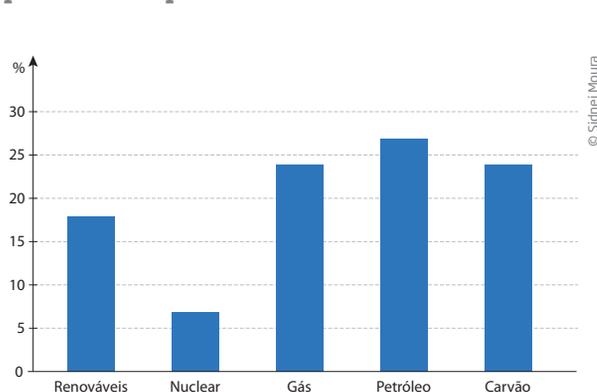
Apesar dos esforços para reduzir as emissões de carbono por meio da expansão de fontes de energia limpas e renováveis, os combustíveis fósseis, segundo estimativas, continuarão a dominar o setor de energia global até pelo menos 2040. Carvão, gás natural e petróleo responderam por mais de 80% do consumo de energia no mundo em 2012, segundo a *Resenha Energética Brasileira de 2013*, realizada pelo Ministério de Minas e Energia. A participação dessas fontes de energia na matriz energética diminuiu lentamente, porém estima-se que, em 2035, os combustíveis fósseis respondam ainda por 75% do consumo de energia.

A participação do petróleo na matriz energética mundial foi de 32%, e se pretende que em 2035 essa participação caia para 27% com uma participação maior das energias renováveis, como a eólica, a solar etc. Os gráficos *Contribuição dos diferentes recursos para a matriz energética mundial – panorama em 2010* e *Contribuição dos diferentes recursos para a matriz energética mundial – panorama para 2035* mostram, respectivamente, a situação em 2010 e o que se espera para 2035, segundo dados da Agência Internacional de Energia (AIE).

Contribuição dos diferentes recursos para a matriz energética mundial – panorama em 2010



Contribuição dos diferentes recursos para a matriz energética mundial – panorama para 2035

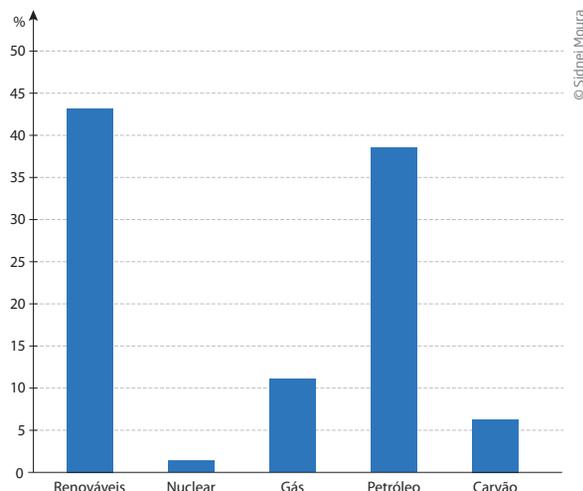


Fonte: INTERNATIONAL Energy Agency. *World Energy Outlook 2012*.

Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2012_free.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2014.

A matriz energética brasileira é bem diferente das existentes pelo mundo. A participação de fontes renováveis, principalmente a hidroelétrica, é bem maior que no restante do planeta. Observe o gráfico a seguir.

Matriz energética brasileira em 2011



Fonte: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Resenha Energética Brasileira*: exercício de 2012. 29 maio 2013. Disponível em: <<http://www.abce.org.br/downloads/ResenhaEnergética2012.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2014

A participação do petróleo na matriz energética do Brasil, no entanto, é significativa e, portanto, semelhante à do panorama mundial.

Petróleo

O petróleo é um líquido inflamável, oleoso, menos denso que a água e de cor negra. É constituído, principalmente, por uma mistura de vários hidrocarbonetos – compostos formados por carbono e hidrogênio.

Como surgiu o petróleo?

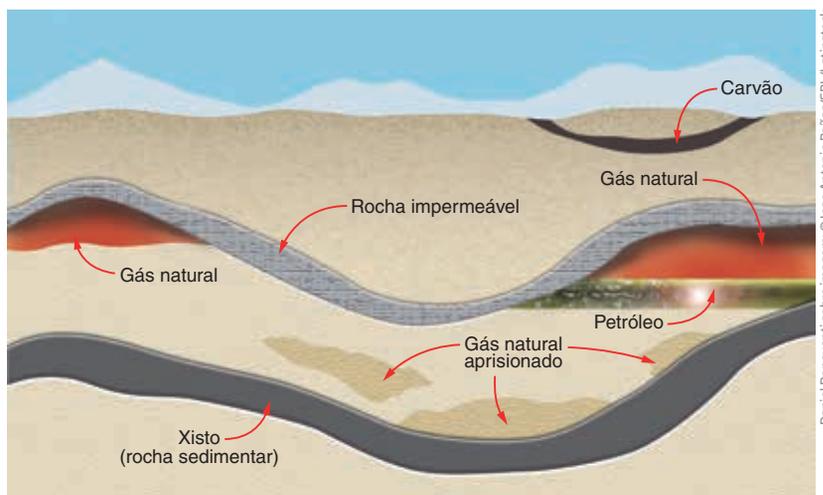
A formação do petróleo remonta a alguns milhões de anos. Dentre as várias teorias que explicam sua formação, a mais aceita é a de que foi formado pela decomposição de restos de organismos que formam o plâncton das águas doce e salgada. Esses organismos, ao morrerem, acumularam-se no fundo de lagos e mares durante milhões de anos e, sob pressão de camadas de sedimentos depositadas sobre eles, movimentos da crosta terrestre, temperatura, ausência de ar e ação de microrganismos, geraram o petróleo.

O petróleo assim formado migrou pela crosta terrestre e, em alguns casos, aflorou à superfície, o que permitiu que antigas civilizações o utilizassem para fixar

blocos em grandes construções, como remédio de uso externo e também para calafetar barcos.

A maior parte do petróleo que migrou pela crosta acabou presa entre rochas impermeáveis, formando jazidas. Ao contrário do que muitos pensam, jazidas não são lagos subterrâneos; o

petróleo está localizado entre os grãos que formam as rochas, como água em uma esponja. Em geral, em uma jazida, encontra-se água salgada; sobre ela, o petróleo; e, sobre o petróleo, o gás natural. Observe a figura acima.



Representação de um reservatório de petróleo e gás.

A localização e a extração do petróleo exigem um longo estudo de regiões, em geral bacias sedimentares, além de muita pesquisa e dinheiro.

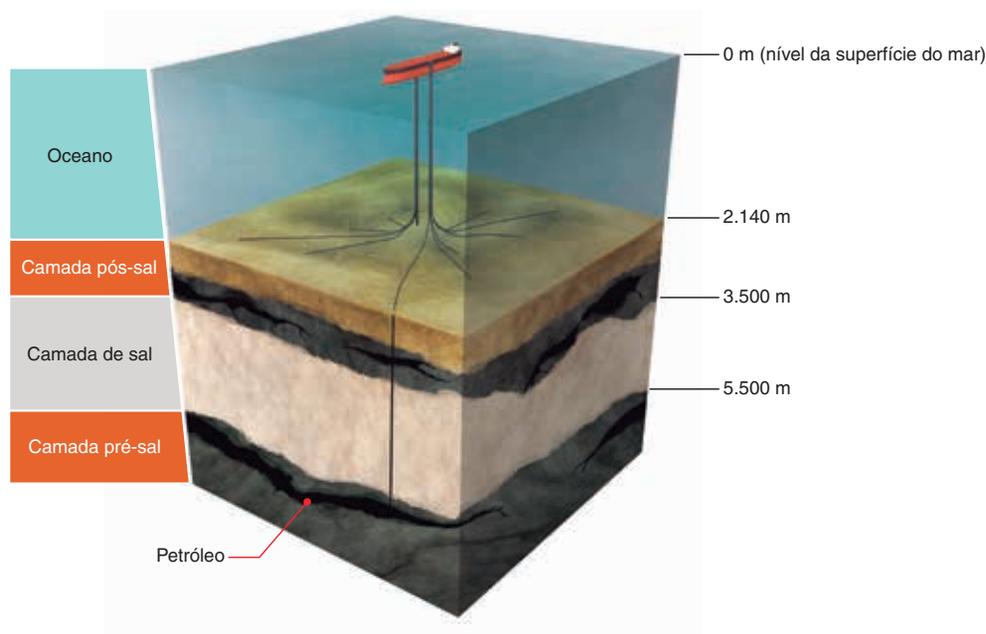
Como é obtido o petróleo?

Na extração desse recurso natural, caso a quantidade de gás existente seja grande o suficiente, a própria pressão do gás empurra o petróleo para a superfície; quando não há gás suficiente ou a pressão do gás diminui, no entanto, é necessário bombear o petróleo para retirá-lo. De todo o petróleo existente em um poço, cerca de 50% é retirado, e o restante fica retido na rocha, não sendo possível, por enquanto, que seja retirado sem que isso gere altos custos.

O petróleo pode ser explorado em terra ou no mar. Atualmente, a Petrobras desenvolve pesquisas e já explora o petróleo na chamada **camada do pré-sal**.

O pré-sal é uma área de reservas petrolíferas que fica sob uma camada de sal existente no subsolo marinho. É assim chamado porque o petróleo foi armazenado no subsolo marinho antes de a camada salina se formar sobre o depósito. A exploração de petróleo nas águas da plataforma continental envolve tecnologia sofisticada e também grandes riscos, já que o controle das operações deve ser rígido para que se evitem acidentes e vazamento da substância no mar.

A figura a seguir mostra um esquema de como seria a camada do pré-sal que está sendo explorada atualmente no Brasil.



© Daniel Beneventi

Esquema da camada do pré-sal.

Uma vez retirado, o petróleo é armazenado e, em seguida, distribuído por meio de oleodutos (canalizações especiais), navios e terminais marinhos até as refinarias. Nas refinarias, o petróleo é fracionado nos diversos produtos que se conhecem: gás liquefeito de petróleo, gasolina, querosene, diesel, óleo combustível etc.

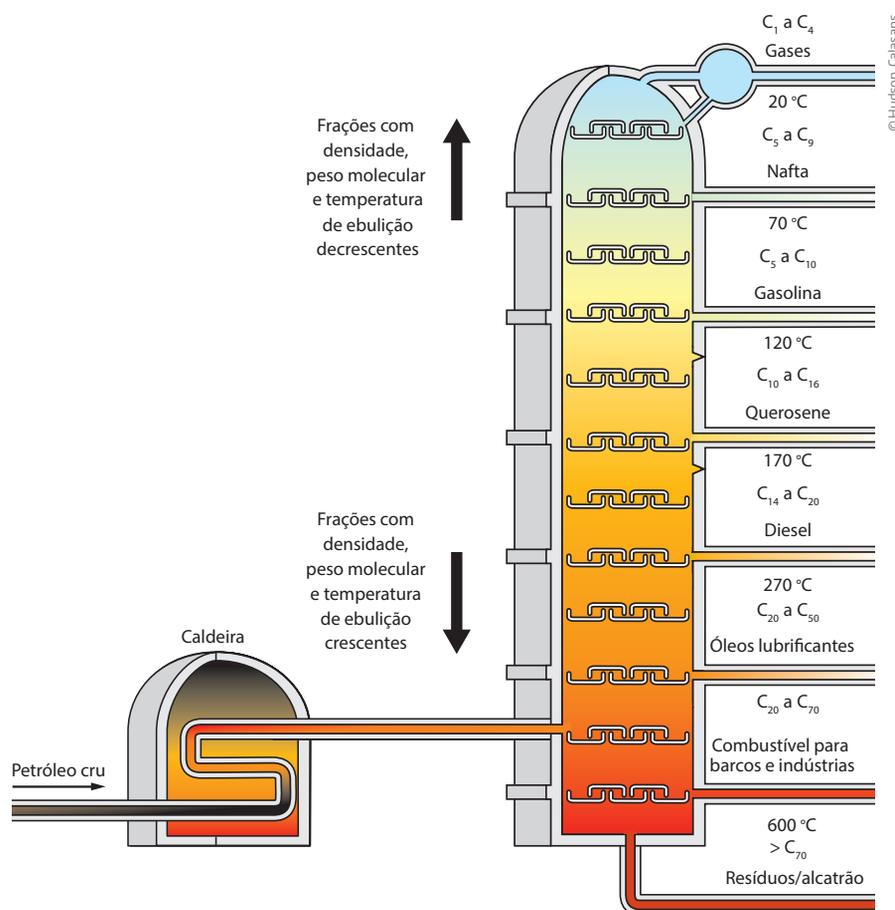
O petróleo na refinaria

O petróleo é uma mistura complexa de diferentes hidrocarbonetos formados por moléculas pouco polares e, portanto, insolúvel em água. Embora tenha sido utilizado sem nenhum tratamento na Antiguidade para calafetar barcos e até como remédio, atualmente o petróleo é separado em frações e tem diferentes fins.

A separação das frações do petróleo é feita nas refinarias por destilação fracionada. Para isso, ele é aquecido e bombeado para a base da coluna de fracionamento; as frações mais voláteis (as de menor temperatura de ebulição) são recolhidas nas regiões mais altas da coluna e as menos voláteis ficam na parte inferior da coluna de fracionamento.

A figura a seguir mostra o esquema de uma coluna de fracionamento com as várias frações recolhidas nas diferentes alturas dela. Observe como essas frações são misturas e sua composição é apresentada em cada nível da coluna pelo número de átomos de carbono dos hidrocarbonetos que as formam. Assim, a gasolina é constituída por uma mistura de hidrocarbonetos, substâncias formadas por carbono e hidrogênio, que contêm em suas moléculas de 5 a 10 átomos de carbono;

o querosene é formado por uma mistura de substâncias cujas moléculas apresentam de 10 a 16 átomos de carbono; o diesel, por sua vez, é constituído por uma mistura formada por substâncias que contêm de 14 a 20 átomos de carbono.



Esquema de uma coluna de fracionamento de petróleo.

O petróleo não é apenas fonte de energia; dele também se obtém matéria-prima para as indústrias de plásticos, borracha sintética, tintas e vernizes, agrotóxicos, farmacêutica etc. Sendo formado por uma enorme quantidade e variedade de hidrocarbonetos, a importância do petróleo para a indústria química é enorme.

Gás natural

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos, sendo o gás metano (CH₄) seu principal componente (70% a 90% da mistura). Sua origem é semelhante à do petróleo, podendo ser encontrado associado ou não a ele, formando grandes depósitos.

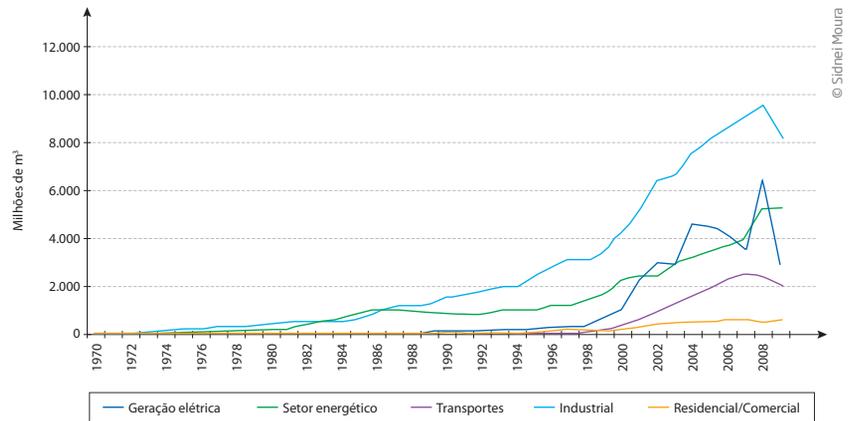
O gás natural é inodoro e menos denso que o ar; como combustível, é bem menos poluente que os derivados de petróleo e apresenta poder calorífico elevado. É também utilizado nas indústrias petroquímica (plásticos, borracha, tintas etc.) e de

fertilizantes. Muitas termoeletricas utilizam o gás natural na produção de energia elétrica, sendo mais eficiente e menos poluente que o óleo combustível e o carvão.

Como combustível, é utilizado na indústria, nos veículos, na cozinha e na produção de energia elétrica. Sua importância é cada vez maior. O gráfico ao lado mostra o consumo de gás natural no País de 1970 a 2008.

Dos combustíveis fósseis, o gás natural é o menos poluente, pois queima deixando pouco resíduo.

Consumo de gás natural no Brasil em diferentes atividades, de 1970 a 2008



Fonte: EMPRESA de Pesquisa Energética (EPE). *Balanco energético nacional 2010*. Ano base 2009. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2010.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2014.

O metano também é formado na decomposição da matéria orgânica, sendo encontrado em pântanos e em lixões e aterros sanitários. É um recurso energético que pode ser obtido de digestores fabricados especialmente para sua obtenção, por meio da fermentação da matéria orgânica. Nesse caso, o metano é classificado como um recurso renovável.

Carvão mineral

O carvão mineral também é de origem fóssil. Há milhões de anos, no período carbonífero, florestas foram soterradas e sofreram um processo de decomposição semelhante ao do petróleo, formando o carvão. Foi o combustível que permitiu a Revolução Industrial e ainda hoje é muito utilizado como fonte de energia.

O processo de formação do carvão pode ser dividido em etapas (ou fases). Dependendo das condições e do tempo de fossilização, tem-se a turfa, o linhito, a hulha e o antracito, que constituem as fases evolutivas do carvão. O que possui a maior porcentagem de carbono é o antracito, e a turfa, a menor.

Da destilação seca da hulha, isto é, do aquecimento dessa fase do carvão a 1.000 °C aproximadamente, na ausência de ar e passando por retortas, obtêm-se vários compostos orgânicos, como benzeno, tolueno, xileno, fenol, naftaleno, cresol, anilina, antraceno, fenantreno e piche.

O carvão é o recurso não renovável mais abundante. É usado na obtenção de energia elétrica, na produção do aço e de corantes e na fabricação de explosivos, inseticidas, plásticos, medicamentos e fertilizantes.

Dos combustíveis fósseis, é o mais poluente. Sua queima é a que gera a maior quantidade de resíduos. Atualmente, há vários estudos e alguns testes em andamento para que a queima do carvão ocorra de forma mais limpa.

ATIVIDADE 1 Recursos não renováveis

1 Como se deu a formação dos combustíveis fósseis?

2 Como o petróleo é separado em frações, como a gasolina, o diesel, o óleo combustível etc.?

3 Quanto maior a massa das moléculas dos hidrocarbonetos formadores do petróleo, menos voláteis eles são. Qual é a relação entre menor volatilidade e maior massa molecular?

4 Qual é a razão de a destilação fracionada, ao separar as frações do petróleo, obter misturas mais simples, e não substâncias puras?

5 Analisando o gráfico *Consumo de gás natural no Brasil em diferentes atividades, de 1970 a 2008* da página anterior, responda aos itens a seguir:

a) Qual atividade consumiu a maior quantidade de gás natural em 2008?

b) Qual atividade consumiu a menor quantidade de gás natural em 2008?



Você já imaginou o que mudaria no planeta caso todo o petróleo existente fosse consumido? Em sua opinião, o ser humano já conhece o caminho para, no futuro, substituir o petróleo por outras fontes de energia?



DESAFIO

1 Para compreender o processo de exploração e consumo dos recursos petrolíferos, é fundamental conhecer a gênese e o processo de formação do petróleo descritos no texto abaixo.

“O petróleo é um combustível fóssil, originado provavelmente de restos de vida aquática acumulados no fundo dos oceanos primitivos e cobertos por sedimentos. O tempo e a pressão do sedimento sobre o material depositado no fundo do mar transformaram esses restos em massas viscosas de coloração negra denominadas jazidas de petróleo.”

(Adaptado de TUNDISI. *Usos de energia*. São Paulo: Atual Editora, 1991.)

As informações do texto permitem afirmar que:

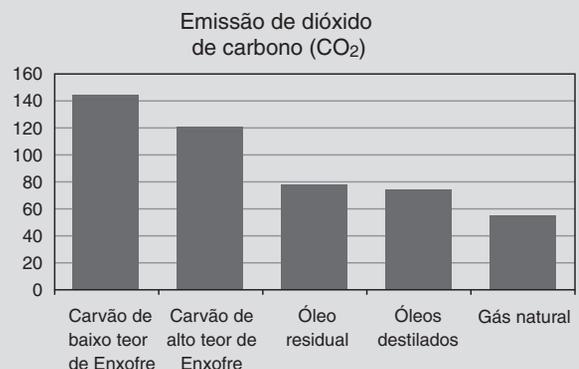
- o petróleo é um recurso energético renovável a curto prazo, em razão de sua constante formação geológica.
- a exploração de petróleo é realizada apenas em áreas marinhas.
- a extração e o aproveitamento do petróleo são atividades não poluentes dada sua origem natural.
- o petróleo é um recurso energético distribuído homogeneamente, em todas as regiões, independentemente da sua origem.
- o petróleo é um recurso não renovável a curto prazo, explorado em áreas continentais de origem marinha ou em áreas submarinas.

Enem 2000. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2000/2000_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

2 Nos últimos meses o preço do petróleo tem alcançado recordes históricos. Por isso a procura de fontes energéticas alternativas se faz necessária. Para os especialistas, uma das mais interessantes é o gás natural, pois ele apresentaria uma série de vantagens em relação a outras opções energéticas.

A tabela compara a distribuição das reservas de petróleo e do gás natural no mundo, e a figura, a emissão de monóxido de carbono entre vários tipos de fontes energéticas.

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0



(Fonte: Gas World International – Petroleum Economist.)

A partir da análise da tabela e da figura, são feitas as seguintes afirmativas:

- I – Enquanto as reservas mundiais de petróleo estão concentradas geograficamente, as reservas mundiais de gás natural são mais distribuídas ao redor do mundo, garantindo um mercado competitivo, menos dependente de crises internacionais e políticas.
- II – A emissão de dióxido de carbono (CO_2) para o gás natural é a mais baixa entre os diversos combustíveis analisados, o que é importante, uma vez que esse gás é um dos principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa.

Com relação a essas afirmativas pode-se dizer que

- a) a primeira está incorreta, pois novas reservas de petróleo serão descobertas futuramente.
- b) a segunda está incorreta, pois o dióxido de carbono (CO_2) apresenta pouca importância no agravamento do efeito estufa.
- c) ambas são análises corretas, mostrando que o gás natural é uma importante alternativa energética.
- d) ambas não procedem para o Brasil, que já é praticamente autossuficiente em petróleo e não contribui para o agravamento do efeito estufa.
- e) nenhuma delas mostra vantagem do uso de gás natural sobre o petróleo.

Enem 2005. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2005/2005_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Recursos não renováveis

1 A teoria mais aceita para a formação do petróleo e do gás natural é a de que restos de organismos marinhos que viveram há milhões de anos sofreram decomposição sob camadas de sedimentos, formando esses combustíveis. A formação do carvão é semelhante: florestas foram soterradas e sofreram o mesmo processo de decomposição, dando origem ao carvão mineral.

2 O petróleo é separado em frações por destilação fracionada.

3 Como as moléculas dos hidrocarbonetos são pouco polares, a volatilidade está relacionada com sua massa molecular: quanto maior a massa molecular, maior a atração entre as moléculas e menos volátil é o hidrocarboneto.

4 As substâncias formadoras das frações do petróleo apresentam temperaturas de ebulição muito próximas, o que impede a separação completa de cada componente da mistura por destilação fracionada; portanto, as frações do petróleo ainda são misturas, porém mais simples que o petróleo.

5 Após a análise do gráfico, você pode ter respondido que:

- a) A atividade que mais consumiu gás natural em 2008 foi a industrial: cerca de 9.500 milhões de m^3 .
- b) A atividade que menos consumiu gás natural em 2008 foi a residencial/comercial: cerca de 500 milhões de m^3 .

Desafio

1 Alternativa correta: e. O petróleo é um recurso não renovável a curto prazo, porque leva milhões de anos para se formar, e é explorado em determinadas regiões mais viáveis, por exemplo, áreas submarinas e continentais de origem marinha.

2 Alternativa correta: c. As reservas de gás natural estão mais bem distribuídas que as de petróleo, e o gás natural é o que libera menor quantidade de CO_2 , um gás que contribui para o aquecimento global.

Os três combustíveis fósseis são também fontes de matéria-prima para a indústria química. Plásticos, tintas, detergentes e uma infinidade de outros produtos são produzidos a partir de derivados do petróleo, do gás natural e do carvão. As substâncias obtidas do petróleo são classificadas em compostos do carbono ou compostos orgânicos.

Neste tema, o estudo dos compostos do carbono se iniciará com a apresentação de características especiais do átomo de carbono que permitiram a existência e a obtenção de um número enorme de compostos orgânicos. Os hidrocarbonetos, principais constituintes dos combustíveis fósseis, também serão estudados aqui.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

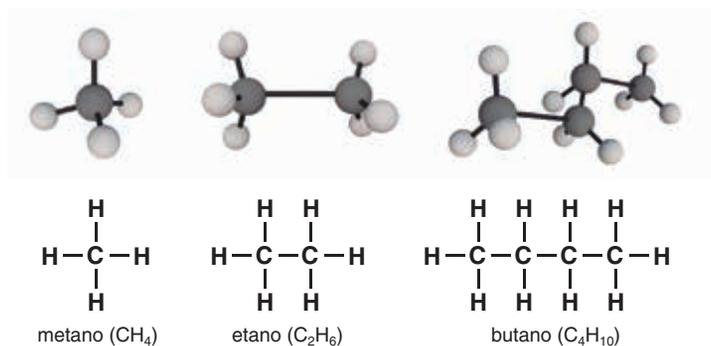
Você já parou para verificar quantos produtos derivados do petróleo são utilizados diariamente? Procure listar alguns.

O átomo de carbono

Os três recursos não renováveis, petróleo, gás natural e carvão mineral, são, além de combustíveis, fontes de matéria-prima para a indústria, como você já viu. As substâncias obtidas deles, os compostos orgânicos, apresentam características e variedades que só podem ser entendidas ao estudar primeiro o átomo de carbono – elemento básico desses compostos.

O átomo de carbono apresenta características que permitem a formação de um número astronômico de compostos orgânicos, tanto naturais quanto sintéticos. Veja algumas delas:

- Forma quatro ligações químicas covalentes para ficar estável.
- Forma facilmente ligações químicas com outros átomos de carbono.
- Forma cadeias com vários átomos de carbono ligados, como mostra a figura ao lado.
- Estabelece ligação química com a maioria dos elementos químicos.

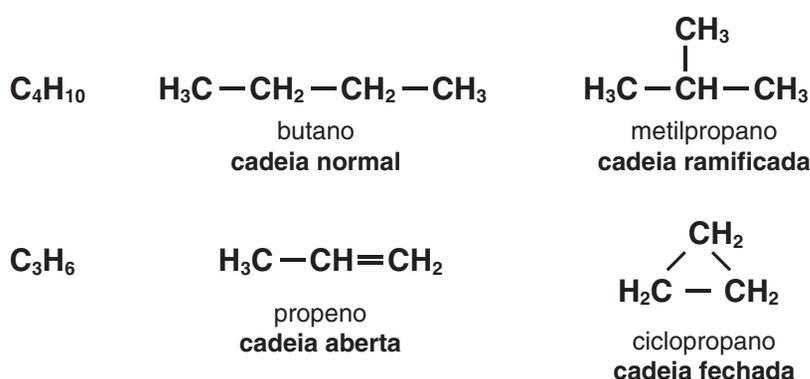


Três compostos orgânicos e suas estruturas.

Uma vez conhecidas as características do átomo de carbono, você vai estudar agora os compostos formados por carbono e hidrogênio.

As cadeias carbônicas e os compostos orgânicos

A grande variedade de compostos orgânicos deve-se às cadeias carbônicas que podem se formar, além da quantidade de átomos de carbono que possuem. As várias possibilidades de arranjos dos átomos na estrutura geram diferentes substâncias, com diferentes propriedades. As estruturas apresentadas na figura a seguir mostram alguns compostos com a mesma fórmula molecular, mas com fórmulas estruturais diferentes, isto é, os arranjos dos átomos nas moléculas diferem.



© Daniel Beneventi

Fórmulas estruturais dos isômeros de C_4H_{10} e de C_3H_6 .

Substâncias que apresentam a mesma fórmula molecular, mas fórmulas estruturais diferentes, isto é, arranjos diferentes dos átomos nas moléculas, são chamadas de **isômeros**. Os isômeros, embora apresentem a mesma fórmula molecular, são substâncias diferentes com propriedades diferentes.

Além dos elementos carbono e hidrogênio, formadores dos hidrocarbonetos, há compostos orgânicos com outros elementos, como o oxigênio, o nitrogênio, o fósforo, o enxofre e muitos outros, que dão origem a diversas funções orgânicas (grupos de substâncias com características semelhantes).

Quando compostos orgânicos têm estrutura química semelhante, e por isso possuem comportamento químico similar, diz-se que pertencem à mesma função orgânica. Alguns exemplos de funções orgânicas são: álcool, cetona, éter, éster, amina, ácido carboxílico etc.

Dadas a variedade de cadeias carbônicas e as diferentes possibilidades de ligação dos átomos, formando estruturas diversas, a Química Orgânica engloba um número enorme de compostos. É essa variedade que faz dos compostos orgânicos a base da vida na Terra.

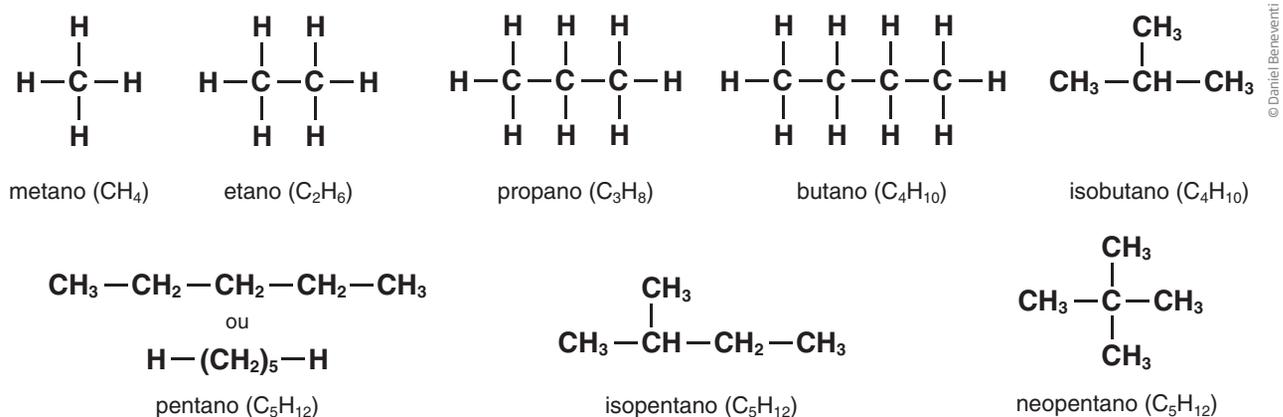
Alguns hidrocarbonetos

Alcanos

A maior parte dos combustíveis utilizados são hidrocarbonetos. O gás de botijão, a gasolina, o diesel, o querosene etc. são formados por moléculas que contêm apenas átomos de carbono e hidrogênio.

Nesses exemplos apresentados, os hidrocarbonetos que os formam têm cadeias abertas; as ligações entre seus átomos são todas ligações covalentes simples, ou seja, os átomos fazem uma só ligação. Os átomos existentes nas cadeias podem formar diferentes arranjos, originando inúmeros isômeros.

A seguir, observe alguns exemplos de cadeias carbônicas abertas.



© Daniel Beneventi

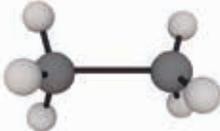
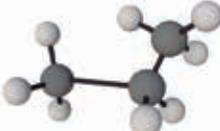
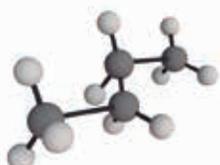
Hidrocarbonetos com essas características são denominados **alcanos**. Os quatro primeiros alcanos, isto é, os alcanos que contêm 1, 2, 3 ou 4 átomos de carbono são gasosos, insolúveis na água e usados como combustíveis.

O primeiro é o metano (CH₄), principal componente do gás natural, como você já viu, obtido, também, da fermentação de matéria orgânica. É utilizado como combustível e como matéria-prima na fabricação de metanol, cloreto de metila, diclorometano, acetileno etc.

O segundo alcano é o etano (C₂H₆), produzido no refinamento do petróleo e usado na obtenção do etileno, ou eteno, que é matéria-prima para plásticos como o polietileno.

O terceiro e o quarto, propano e butano, são obtidos na destilação do petróleo e utilizados nos botijões de gás de cozinha. Nos botijões, encontram-se o propano (C₃H₈), todos os isômeros do butano (C₄H₁₀) e pequenas quantidades de compostos que contêm enxofre, as mercaptanas ou tióis (compostos orgânicos que contêm o grupo -SH), cuja função é dar odor ao gás para que se percebam vazamentos.

A seguir, observe a estrutura desses quatro primeiros alcanos:

Nome	Fórmula estrutural	Fórmula molecular	Modelo bola e bastão
metano	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄	
etano	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₃	
propano	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₃	
butano	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	

© Daniel Beneventi

Veja que, nesse caso, todos os carbonos possuem quatro átomos ligados a ele; por isso, são chamados de carbonos saturados. Da mesma forma, as cadeias formadas por esses carbonos são chamadas de cadeias saturadas, formadoras dos compostos saturados.

Resumindo: os alcanos são hidrocarbonetos, de cadeia carbônica aberta, saturada, formados por moléculas pouco polares e insolúveis em água. São pouco reativos, mas queimam, liberando grande quantidade de energia e sendo utilizados, basicamente, como combustíveis.

Os alcanos que apresentam de 5 a 20 átomos de carbono na cadeia são líquidos a temperatura e pressão ambientes, e os alcanos com mais de 20 átomos de carbono na cadeia são sólidos.

A tabela a seguir mostra a fórmula molecular, o nome e o número de isômeros para cada fórmula, bem como as temperaturas de ebulição e de fusão de alguns alcanos.

Hidrocarbonetos normais (cadeia linear)					
Nº de carbonos	Fórmula	Nome	Nº total de isômeros	P. E. (°C)	P. F. (°C)
1	CH ₄	Metano	1	-162	-182
2	C ₂ H ₆	Etano	1	-89	-172
3	C ₃ H ₈	Propano	1	-42	-187
4	C ₄ H ₁₀	Butano	2	3	-138
5	C ₅ H ₁₂	Pentano	3	36	-130
6	C ₆ H ₁₄	Hexano	5	69	-95
7	C ₇ H ₁₆	Heptano	9	98	-91
8	C ₈ H ₁₈	Octano	18	126	-57
9	C ₉ H ₂₀	Nonano	35	151	-54
10	C ₁₀ H ₂₂	Decano	75	174	-30
11	C ₁₁ H ₂₄	Undecano	-	196	-26
12	C ₁₂ H ₂₆	Dodecano	-	216	-10
20	C ₂₀ H ₄₂	Eicosano	366.319	334	36
30	C ₃₀ H ₆₂	Tricontano	4,11 · 10 ⁹	446	66

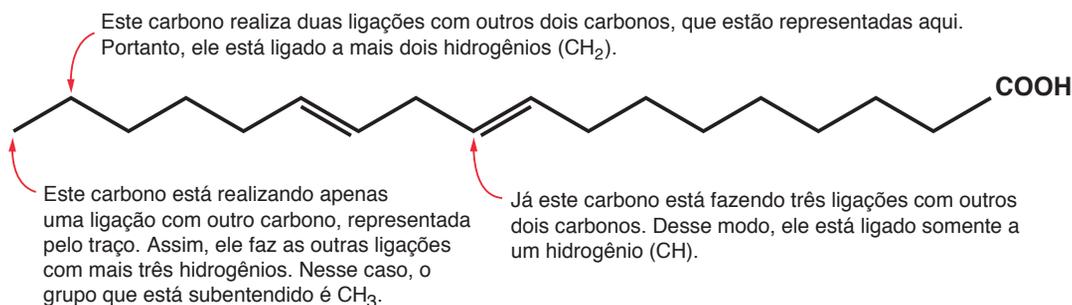
Fonte: LIDE, David R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

Como as cadeias carbônicas podem possuir muitos átomos, costuma-se representá-las nos compostos orgânicos por linhas poligonais. As semirretas representam as ligações, e os vértices, átomos de carbono. Os átomos de hidrogênio não aparecem nessas estruturas, mas não se pode esquecer que estão na molécula.

A seguir, veja as diferentes formas de representar os compostos orgânicos:

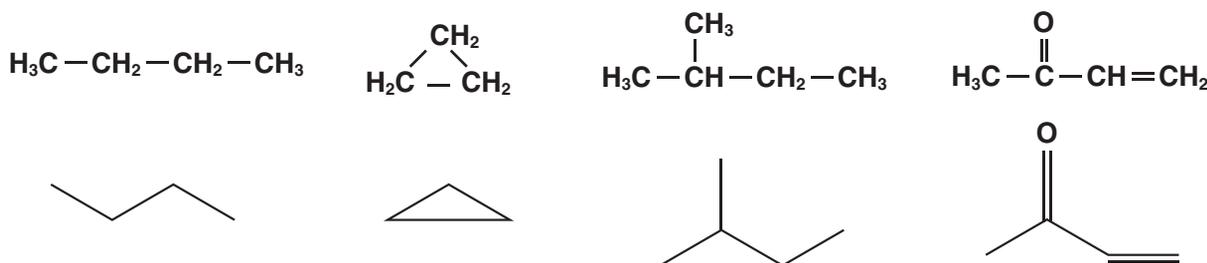
Nome	Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Fórmula condensada	Fórmula simplificada
butano	C ₄ H ₁₀	<pre> H H H H H-C-C-C-C-H H H H H </pre>	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	
metilbutano	C ₅ H ₁₂	<pre> H H H H H-C-C-C-C-H H H H H CH3 </pre>	H ₃ C-CH(CH ₃)-CH ₂ -CH ₃	

© Daniel Beneventi



© Daniel Beneventi

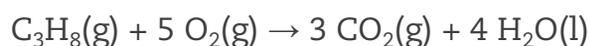
Na figura anterior, foi explicado como descobrir o número de hidrogênios ligados a cada carbono na cadeia. Veja outros exemplos:



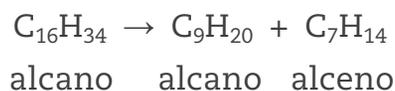
© Daniel Beneventi

Propriedades dos alcanos

Os alcanos são compostos geralmente pouco reativos. Seu principal uso é como combustível. Todos eles, na combustão completa, formam gás carbônico (CO₂) e água (H₂O).



Outra reação importante que envolve os alcanos é a quebra da cadeia carbônica, gerando compostos com cadeias carbônicas menores. Sob a ação do calor e de catalisadores, as cadeias carbônicas de hidrocarbonetos das frações mais pesadas do petróleo são quebradas, formando hidrocarbonetos mais leves. Esse processo é denominado craqueamento termocatalítico do petróleo, sendo utilizado para a obtenção de gasolina sintética e de alcenos, que você verá mais adiante.

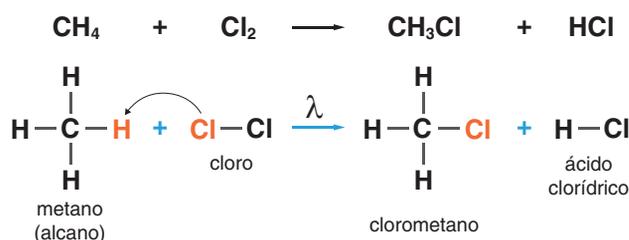


O craqueamento também é usado na obtenção do etileno, ou eteno, matéria-prima para obtenção do polietileno.

Nas reações em que a cadeia carbônica é preservada, os alcanos reagem, substituindo um ou mais hidrogênios de suas moléculas por átomos ou conjuntos de átomos.

A halogenação (reação com F₂, Cl₂, Br₂ e I₂) dos alcanos para formar haletos orgânicos é uma reação de substituição:

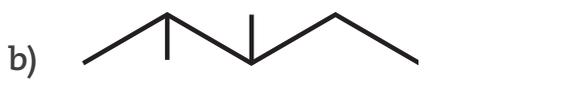
λ = presença de luz



© Daniel Beneventi

ATIVIDADE 1 Alcanos

1 Escreva as fórmulas moleculares das substâncias representadas pelas fórmulas estruturais a seguir:



Ilustrações: © Daniel Beneventi

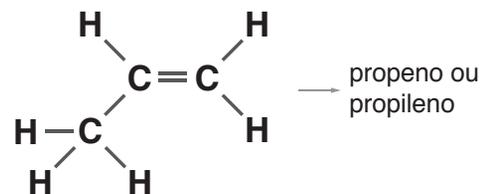
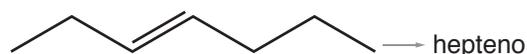
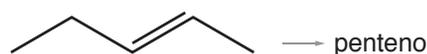
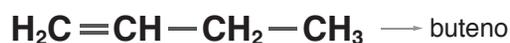
2 Qual a razão do enorme número de compostos orgânicos em comparação a outros compostos existentes na natureza?

Alcenos

Os alcenos são hidrocarbonetos que apresentam uma ligação dupla entre dois átomos de carbono. Também são formados por moléculas pouco polares e insolúveis em água.

As estruturas ao lado representam diferentes alcenos. O infixo **en** indica que há uma dupla-ligação entre dois átomos de carbono.

Nas refinarias, alcenos são obtidos de frações mais pesadas do petróleo. Quando aquecidas e em presença de catalisadores, sofrem craqueamento, processo que você já estudou.

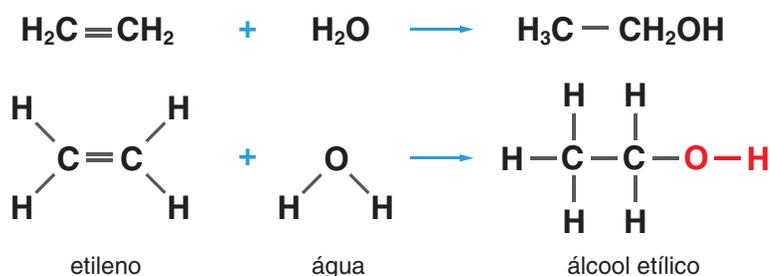


© Daniel Beneventi



alcano alcano alceno

Os alcenos, assim como os alcanos, quando sofrem combustão total, formam gás carbônico e água. Eles são mais reativos que os alcanos, sendo a dupla-ligação a responsável pela maior reatividade. Nas reações, uma das ligações se quebra e, assim, podem ser adicionados átomos ou um conjunto de átomos:



Ilustrações: © Daniel Beneventi

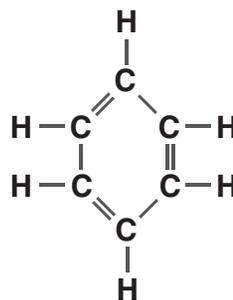
Hidrocarbonetos aromáticos

Os hidrocarbonetos aromáticos são aqueles que apresentam o anel benzênico, uma estrutura que confere uma série de particularidades a esses compostos e que está representada ao lado.

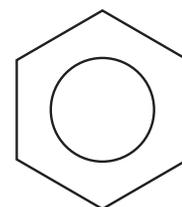
No anel benzênico, suas duplas-ligações estão deslocalizadas, o que significa que se movem por todo o anel, como o polígono da figura, com um círculo em seu centro, procura representar. As moléculas do benzeno são pouco polares, de forma que o composto é insolúvel em água.

Ao contrário das ligações duplas dos alcenos, as ligações duplas do benzeno são muito estáveis, não quebrando nas reações. As reações que ocorrem no anel são de substituição, como nos alcanos, e não de adição, como nos alcenos.

A equação a seguir representa as reações entre o benzeno e o monoclometano em presença de cloreto de alumínio, formando tolueno e ácido clorídrico. Verifique que, na reação, o anel benzênico é preservado.

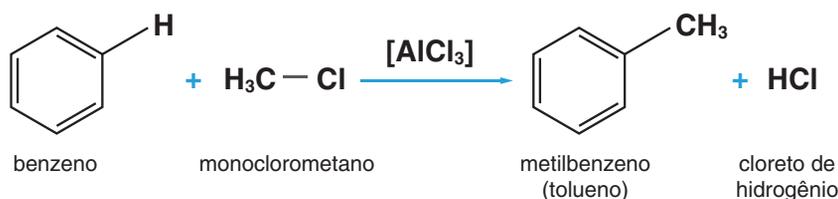


fórmula estrutural do benzeno



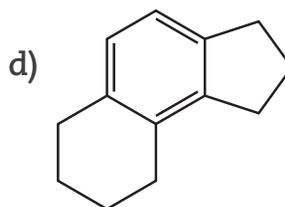
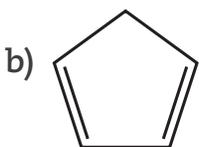
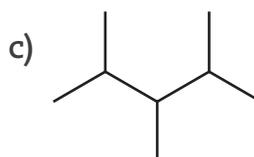
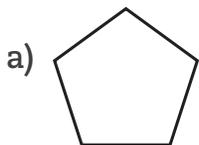
fórmula estrutural do benzeno simplificada

© Daniel Beneventi



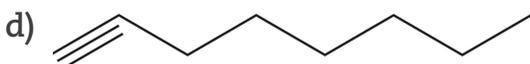
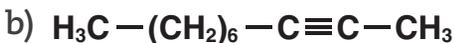
ATIVIDADE 2 Hidrocarbonetos

1 Dê as fórmulas moleculares das substâncias representadas a seguir:



2 O que é o craqueamento do petróleo e qual a sua importância?

3 Dê as fórmulas moleculares das substâncias representadas pelas fórmulas estruturais a seguir:



DESAFIO

1 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

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

Enem 2008. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2008/2008_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

2 Na comparação entre diferentes processos de geração de energia, devem ser considerados aspectos econômicos, sociais e ambientais. Um fator economicamente relevante nessa comparação é a eficiência do processo. Eis um exemplo: a utilização do gás natural como fonte de aquecimento pode ser feita pela simples queima num fogão (uso direto), ou pela produção de eletricidade em uma termoeletrica e uso de aquecimento elétrico (uso indireto). Os rendimentos correspondentes a cada etapa de dois desses processos estão indicados entre parênteses no esquema.

P1 (uso direto)	Gás	→	Distribuição por gasoduto (0,95)	→	Fornalha de gás (0,70)	⇒	Calor liberado
P2 (uso indireto)	Gás liberado	⇒	Termoeletrica (0,40)	→	Distribuição elétrica (0,90)	→	Aquecedor elétrico (0,95) ⇒ Calor

Na comparação das eficiências, em termos globais, entre esses dois processos (direto e indireto), verifica-se que

- a menor eficiência de P_2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento da termoeletrica.
- a menor eficiência de P_2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento na distribuição.
- a maior eficiência de P_2 deve-se ao alto rendimento do aquecedor elétrico.
- a menor eficiência de P_1 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento da fornalha.
- a menor eficiência de P_1 deve-se, sobretudo, ao alto rendimento de sua distribuição.

Enem 2002. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2002/2002_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Alcanos

1 As fórmulas moleculares das substâncias representadas são:

- | | | |
|----------------|-------------|----------------|
| a) C_7H_{16} | c) C_3H_6 | e) C_5H_{10} |
| b) C_7H_{16} | d) C_4H_8 | |

Este tema vai tratar dos biocombustíveis – combustíveis renováveis, que não contribuem para o aquecimento global. Para entendê-los, você vai estudar algumas funções orgânicas oxigenadas, os álcoois, os ácidos carboxílicos e os ésteres, assim conhecidas por conter em suas moléculas o oxigênio. Verá quais características elas apresentam, como reagem e alguns produtos que formam. Aprenderá ainda sobre alguns produtos da biomassa usados para produzir energia. A biomassa é um conjunto de materiais provenientes de seres vivos que se renovam em curto espaço de tempo, como a lenha, o álcool, o biodiesel etc.



O QUE VOCÊ JÁ SABE?

No futuro, a biomassa deverá substituir o petróleo não só como combustível, mas em todos os segmentos em que ele é necessário.

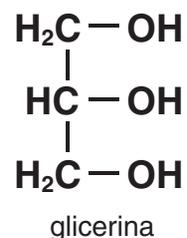
Você acredita que no Brasil a cana-de-açúcar será a principal substituta do petróleo?



Álcoois

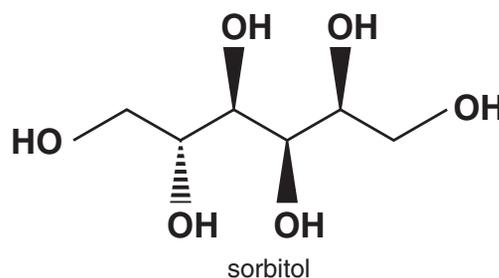
Quando se fala de álcool no cotidiano, faz-se referência ao etanol, um dos muitos álcoois existentes. Para o químico, álcool é o nome de uma função química, um conjunto de substâncias diferentes com propriedades semelhantes, assim como são os ácidos, as bases e os sais.

Você está em contato diário com vários álcoois além do etanol. A glicerina, por exemplo, nome comercial do glicerol ($C_3H_8O_3$), é um triálcool que possui três grupos $-OH$ muito utilizado como umectante em doces, sorvetes e bolos. Ela é solúvel em água e bastante viscosa, graças às fortes interações entre suas moléculas, por meio das ligações de hidrogênio.



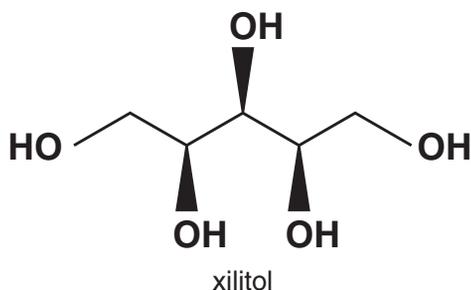
© Daniel Beneventi

O sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) é usado nas pastas dentais como umectante e edulcorante, isto é, para impedir que a pasta seque e para lhe conferir sabor doce.



© Daniel Beneventi

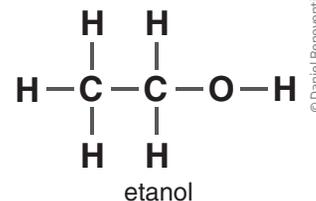
O xilitol ($C_5H_{12}O_5$), adoçante natural encontrado no milho, é utilizado em balas e gomas de mascar como substituto do açúcar.



© Daniel Beneventi

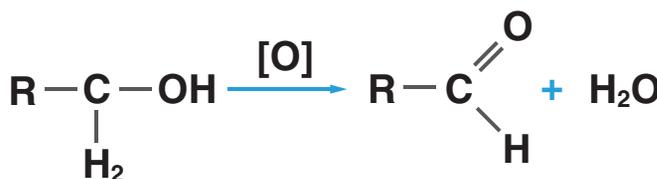
Os álcoois, como você pôde observar nos exemplos apresentados, são compostos orgânicos que apresentam o grupo $-OH$ ligado a um ou mais átomos de carbono saturado. Esse mesmo grupo, quando ligado diretamente ao anel benzênico, não forma álcool, mas um **fenol**.

O álcool etílico (C_2H_6O), ou etanol, é obtido por fermentação do caldo de cana ou do milho. Mas tanto ele quanto os demais álcoois podem ser obtidos dos hidrocarbonetos ou de seus derivados.

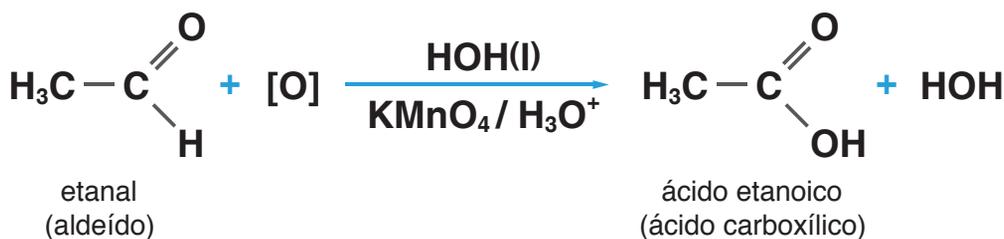


© Daniel Beneventi

Os álcoois podem sofrer diferentes reações de oxidação, importantes no metabolismo de alguns seres e na obtenção de bebidas alcoólicas. As diferentes reações dependem das condições da transformação e do tipo de álcool que será oxidado. Alguns são oxidados formando aldeídos, os quais podem ser oxidados novamente, formando ácido carboxílico. Nas bebidas alcoólicas, o álcool sofre oxidação formando aldeído, que, por sua vez, é oxidado a ácido carboxílico.



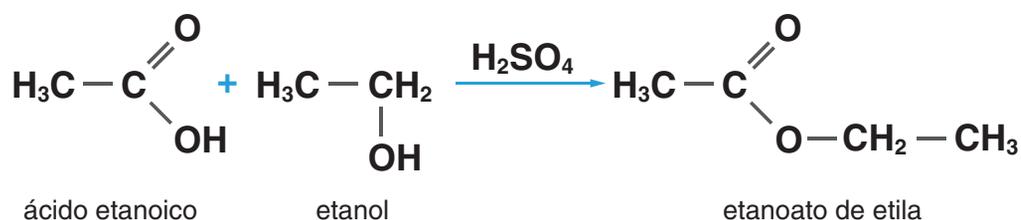
© Daniel Beneventi



© Daniel Beneventi

A representação $[\text{O}]$ indica uma oxidação; a reação ocorre em meio ácido e na presença de dicromato de potássio, um oxidante.

O sabor e o buquê das bebidas são dados por um conjunto de substâncias nelas existente. Uma delas é o éster, formado na reação entre o álcool e o ácido resultante da oxidação, representada pela equação a seguir:



© Daniel Beneventi

PARA SABER MAIS

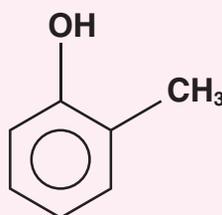


Fenóis

O grupo $-\text{OH}$ ligado a anel benzênico dá origem aos fenóis, uma função com características diferentes dos álcoois.



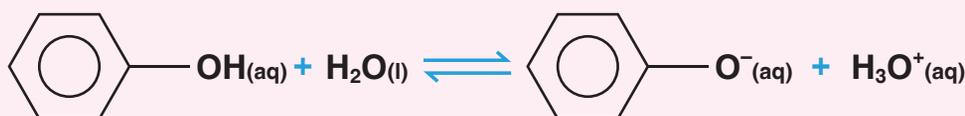
hidroxibenzeno
(fenol)
(ácido carbólico)
(ácido fênico)



1-hidróxi-2-metilbenzeno
(2-metilfenol)

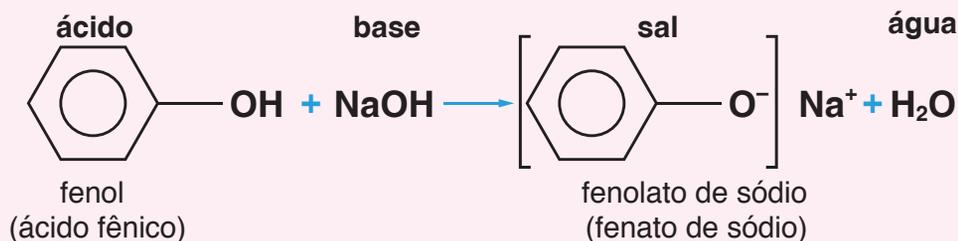
© Daniel Beneventi

Os fenóis se comportam, na água, como os ácidos, formando íons $\text{H}^+(\text{aq})$:



© Daniel Beneventi

E também reagem com as bases, formando sal e água:



© Daniel Beneventi

Ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos também fazem parte de nosso cotidiano: no vinagre, o ácido acético ou etanoico; na laranja, os ácidos cítrico e ascórbico; nas formigas, o ácido metanoico ou fórmico, responsável pela ardência da ferroada; no leite, o ácido láctico.

Os ácidos carboxílicos são caracterizados pelo grupo funcional -COOH (carboxila).



© Fernando Favoretto/Criar Imagem

ácido acético ou etanoico



© Caro/Alamy/Latinstock

ácidos cítrico e ascórbico



© Vladimir Daydov/123RF

ácido metanoico ou fórmico

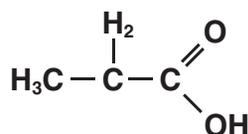


© Vitaly Korovin/123RF

ácido láctico

Alguns ácidos orgânicos e onde são encontrados (imagens sem escala).

A seguir, são apresentados a fórmula do ácido propanoico e o grupo funcional que caracteriza os ácidos carboxílicos.

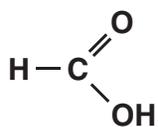


grupo funcional: $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

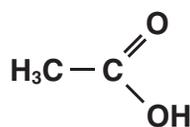
© Daniel Beneventi

carboxila

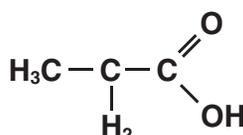
Os ácidos carboxílicos podem apresentar um ou mais grupos -COOH ligados a uma cadeia carbônica, representada por **R**. Sua fórmula geral é R-COOH .



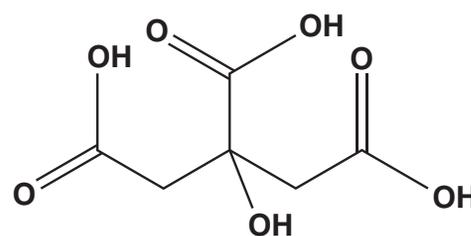
ácido metanoico



ácido etanoico



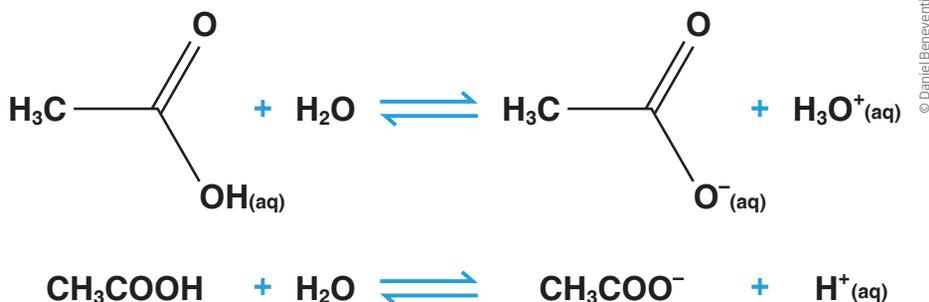
ácido propanoico



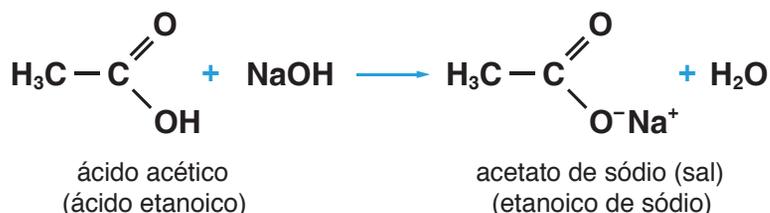
ácido cítrico

© Daniel Beneventi

Assim como os ácidos inorgânicos, os ácidos carboxílicos sofrem ionização em água, formando o íon H^+ :

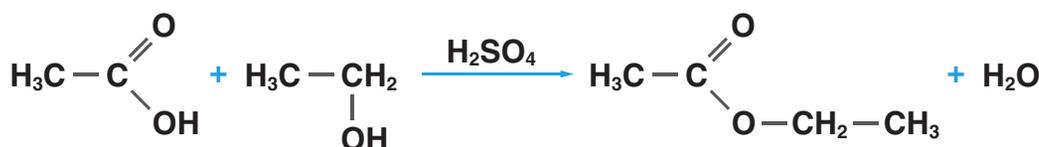


Os ácidos carboxílicos também reagem com as bases, formando um sal e água:



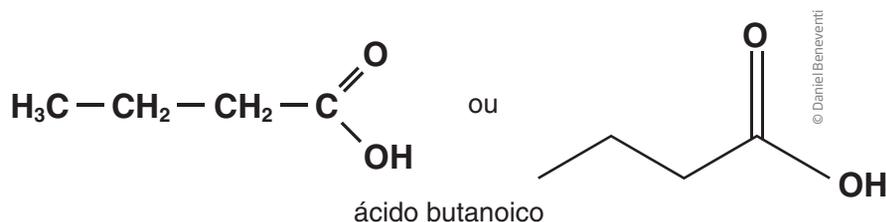
E reagem, ainda, com os álcoois, formando os ésteres – outra função química que será estudada em seguida.

Veja abaixo, a representação de um ácido carboxílico reagindo com um álcool e formando um éster (o grupo funcional é $-\text{COO}-$) e água.

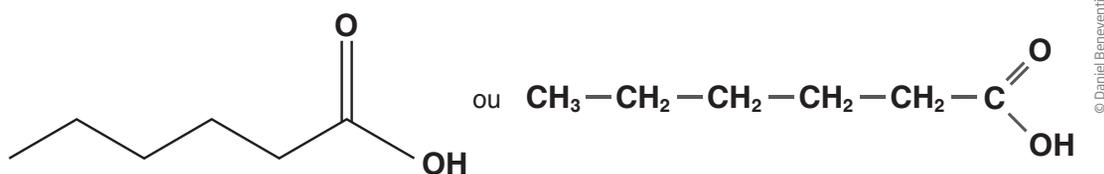


Há muitos ácidos carboxílicos na natureza. Boa parte deles é responsável por diversos odores.

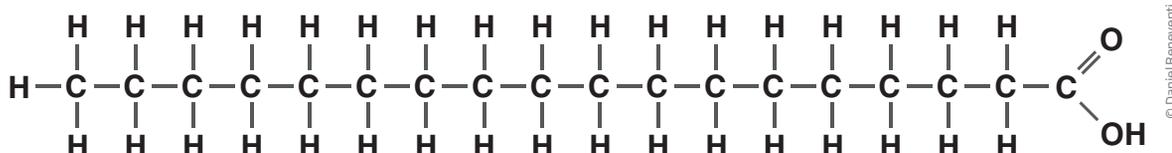
O ácido butanoico ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$) é responsável pelo odor da manteiga quando está rançosa:



O ácido hexanoico ($C_5H_{11}COOH$) é responsável pelo cheiro de meias usadas:

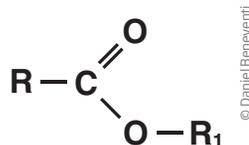


Os ácidos graxos, os quais possuem cadeia carbônica longa e, em geral, um número par de átomos de carbono, são obtidos dos óleos vegetais e das gorduras, o que lhes confere o nome graxo (gorduroso, oleoso). A figura a seguir representa um ácido graxo.



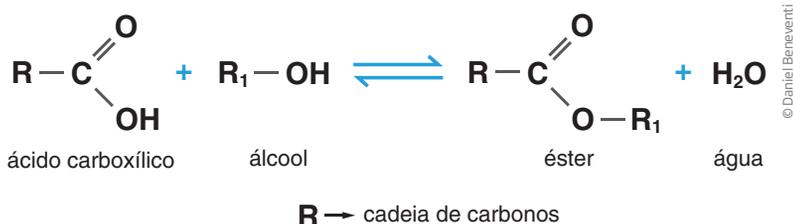
Ésteres

Os ésteres são compostos orgânicos que apresentam a fórmula geral:



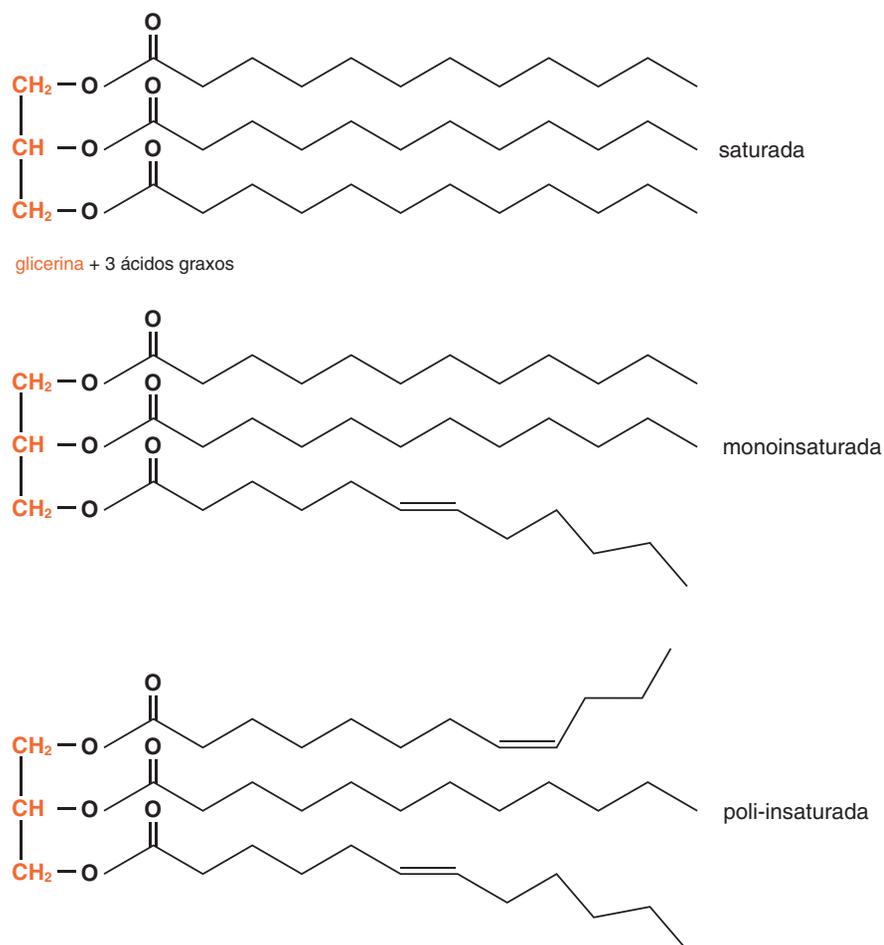
Seu grupo funcional é $-COO-$.

Eles são encontrados na natureza, nos óleos e nas gorduras, em essências de frutas e flores, na cera de carnaúba e de abelhas, no tecido do cérebro etc. Podem ser obtidos da reação entre um ácido e um álcool – a reação de esterificação –, como já visto no estudo da reatividade dos ácidos carboxílicos:



R , na figura, representa uma cadeia formada por átomos de carbono e hidrogênio.

de funções fisiológicas importantes e por reduzirem o risco de doenças como câncer, aterosclerose e doenças cardiovasculares. São encontrados no azeite de oliva, no óleo de milho, girassol e soja – o ômega-6 – e em peixes como sardinha, atum e salmão – o ômega-3.



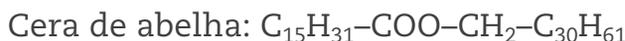
Gordura vegetal hidrogenada - margarina

No rótulo de um pacote de margarina, pode-se ler “gordura vegetal hidrogenada”. A razão para esse nome é que, no processo para se obter a margarina, o óleo vegetal é transformado em gordura por hidrogenação catalítica. O hidrogênio reage com o óleo vegetal, quebrando parte das duplas-ligações existentes nas moléculas, o que dá origem à gordura.

Em uma das etapas da produção da margarina, a indústria transforma óleo vegetal (como o óleo de milho) em gordura por meio da reação de adição, semelhante às reações de adição dos alcenos. Veja como isso acontece na figura a seguir.

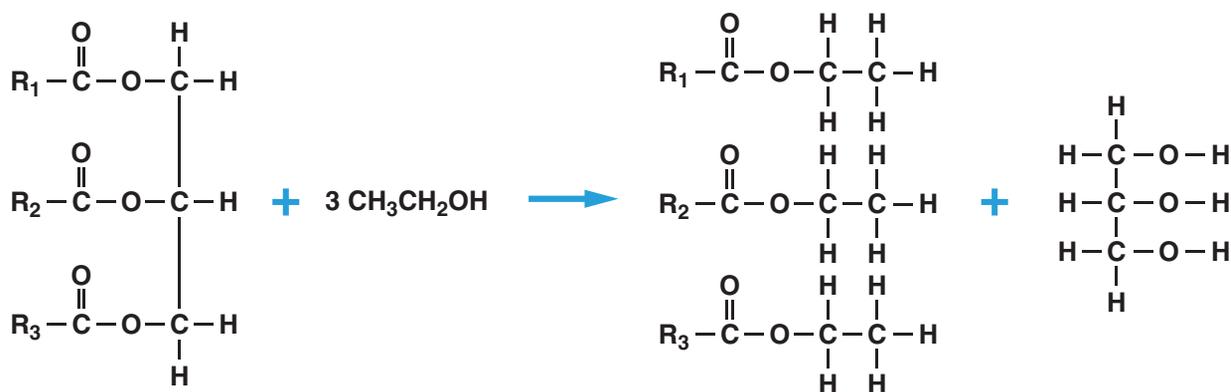
No isômero cis, os hidrogênios ligados aos carbonos com dupla-ligação estão do mesmo lado em relação a ela (cis = *mesmo*), e, no trans, os hidrogênios estão cada um de um lado em relação à dupla-ligação (trans = *ao revés, obliquamente*).

Além dos óleos e das gorduras consumidos na alimentação, as ceras de carnaúba e de abelha são ésteres formados por um ácido graxo e por um álcool graxo, de grande cadeia carbônica:



Biodiesel

Outro produto conhecido, obtido de uma reação cujo nome é transesterificação, é o biodiesel, um combustível verde como o álcool, formado na reação entre um óleo vegetal qualquer e o etanol ou o metanol, resultando em um novo éster. A reação está representada a seguir.



Reação de transesterificação de triglicerídeos.

A grande molécula do triglicerídeo (óleo) na reação é transformada em moléculas de ésteres menores, que são os constituintes do biodiesel, tornando o produto menos viscoso e mais fácil de queimar. Na produção, além do biodiesel, obtém-se glicerina, importante álcool utilizado em alimentos, em cremes hidratantes, na fabricação de trinitroglicerina (um explosivo) etc.

Todo óleo vegetal, mesmo o óleo usado e reciclado, pode ser usado na produção de biodiesel. Atualmente, o diesel utilizado no Brasil contém 5% de biodiesel e é conhecido por B5. Na próxima etapa de substituição do diesel pelo biodiesel, a porcentagem de biodiesel passará a 10% e ele será denominado B10.

Segundo alguns pesquisadores, os biocombustíveis, além de não contribuírem para o aquecimento global, poluem um pouco menos que os combustíveis fósseis derivados do petróleo. A substituição de parte do diesel pela mistura diesel e biodiesel leva também a uma economia de divisas para o País, já que o diesel costuma ser importado.

ATIVIDADE 1 Funções orgânicas oxigenadas

1 As moléculas de água podem ser representadas por H-OH, as de álcool comum, por $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-OH}$, e as do heptano (um dos componentes da gasolina), por $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$. Analisando as fórmulas, qual seria a razão de o álcool ser solúvel em água e o heptano, não?

2 Qual é a diferença entre um óleo e uma gordura?

3 O que é biodiesel?

MOMENTO
CIDADANIA

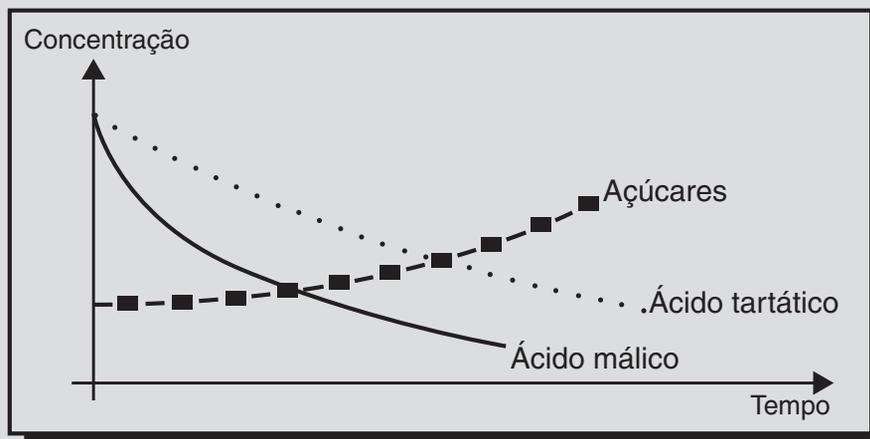


Descarte de óleo de cozinha

O óleo que se utiliza na cozinha, quando descartado de forma indevida, causa um enorme dano à natureza. Além de provocar entupimentos na rede de esgotos, pois serve como aglomerante de todo o lixo sólido encontrado, formando barreiras sólidas e agravando as enchentes, o óleo descartado contamina o solo, os rios, os lagos e os oceanos, prejudicando, assim, a vida de várias espécies.

Todo o óleo utilizado deve ser filtrado com o uso de um pano ou de um filtro de café, armazenado em um recipiente, que pode ser uma garrafa de refrigerante

2 As características dos vinhos dependem do grau de maturação das uvas nas parreiras porque as concentrações de diversas substâncias da composição das uvas variam à medida que as uvas vão amadurecendo. O gráfico a seguir mostra a variação da concentração de três substâncias presentes em uvas, em função do tempo.



O teor alcoólico do vinho deve-se à fermentação dos açúcares do suco da uva. Por sua vez, a acidez do vinho produzido é proporcional à concentração dos ácidos tartárico e málico.

Considerando-se as diferentes características desejadas, as uvas podem ser colhidas

- mais cedo, para a obtenção de vinhos menos ácidos e menos alcoólicos.
- mais cedo, para a obtenção de vinhos mais ácidos e mais alcoólicos.
- mais tarde, para a obtenção de vinhos mais alcoólicos e menos ácidos.
- mais cedo e ser fermentadas por mais tempo, para a obtenção de vinhos mais alcoólicos.
- mais tarde e ser fermentadas por menos tempo, para a obtenção de vinhos menos alcoólicos.

Enem 2006. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2006/2006_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Funções orgânicas oxigenadas

1 Depois de analisar as fórmulas, você pode ter percebido que tanto a água quanto o álcool apresentam em suas moléculas o grupo $-OH$, o que permite a interação entre as moléculas dos dois líquidos por ligações de hidrogênio e dissolução. O mesmo não ocorre com a molécula do heptano, e, por esse motivo, o álcool é solúvel em água e o heptano, não.

2 Tanto o óleo quanto a gordura são ésteres de ácido graxo. O óleo apresenta ligações duplas em suas moléculas, e as gorduras são formadas por moléculas saturadas, isto é, que não apresentam ligações duplas em suas estruturas moleculares. Essa é, portanto, a diferença entre os dois.

3 O biodiesel é um combustível que pode substituir o óleo diesel (uma das frações do petróleo). Ele é produzido na reação entre óleo ou gordura e um álcool de pequena massa molecular, como o etanol (C_2H_6O) ou o metanol (CH_3OH).

TEMAS

1. Polímeros naturais: o que são e quais suas características
2. Polímeros sintéticos
3. Produtos de higiene

Introdução

Os polímeros representam um enorme conjunto de materiais obtidos da natureza ou desenvolvidos para os mais diversos fins, como vestuário, embalagens, engrenagens, peças com as mais variadas funções etc.

Nesta última Unidade do curso de Química, você vai estudar alguns dos polímeros existentes na natureza e também os produzidos pelo homem, analisando o que são, como influenciam a vida das pessoas e impactam a natureza. Além disso, vai ver como atuam os diferentes produtos de limpeza e de higiene pessoal utilizados no dia a dia.

Espera-se que os assuntos discutidos forneçam informações importantes a você. Não deixe de, ao estudar, preparar um resumo com as informações mais importantes e anotar as dúvidas que surgirão.



TEMA 1

Polímeros naturais: o que são e
quais suas características

Na natureza, os polímeros são materiais de enorme importância, fundamentais para a vida no planeta. Estão presentes na alimentação e também no tecido de sustentação das plantas, além de representarem papel essencial em nosso metabolismo.



O QUE VOCÊ JÁ SABE?

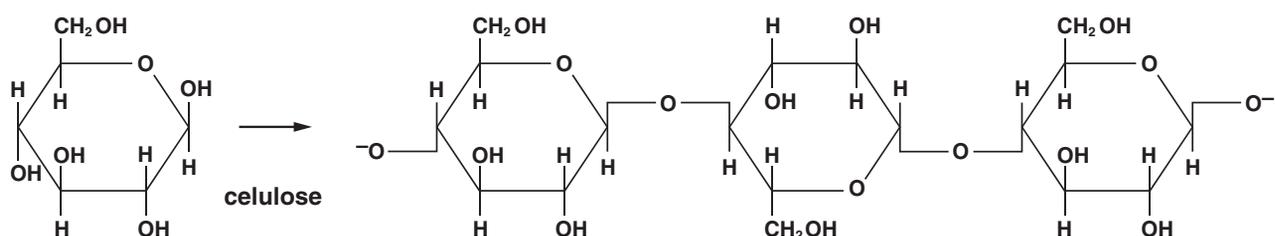
Os polímeros naturais são encontrados na alimentação (amido, proteínas), na celulose, nos tecidos de algodão (em forma de fibras), no papel que você usa cotidianamente e nas teias produzidas pelas aranhas.

Você sabe como são formados os polímeros? Já imaginou um mundo sem plásticos?



Polímeros naturais

A palavra *polímero* significa “muitas partes”. As moléculas do polímero contêm centenas de milhares de átomos, sendo formadas pela união de moléculas pequenas, denominadas **monômeros**, por meio de ligações covalentes. A figura a seguir mostra o monômero glicose e o polímero celulose.



As moléculas de glicose se unem formando o polímero celulose.

Desde a Antiguidade, convive-se com polímeros. A celulose existente no algodão das roupas e nas fibras utilizadas para fabricar cestos, o amido existente em alimentos tradicionais como o pão, o milho, a mandioca e a batata, bem como as proteínas das carnes são alguns dos exemplos de polímeros com os quais se convive há muito tempo.

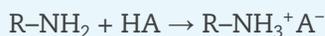
Nos rótulos dos alimentos industrializados, são encontradas informações sobre a quantidade de carboidratos e proteínas. Esses grupos de substâncias são polímeros que não só estão nos alimentos, como fazem parte dos organismos vivos.

AMINAS

As aminas são bases orgânicas que derivam da amônia (NH_3) pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por cadeias carbônicas. As aminas de baixa massa molecular, em solução aquosa, formam o íon OH^- (aq):

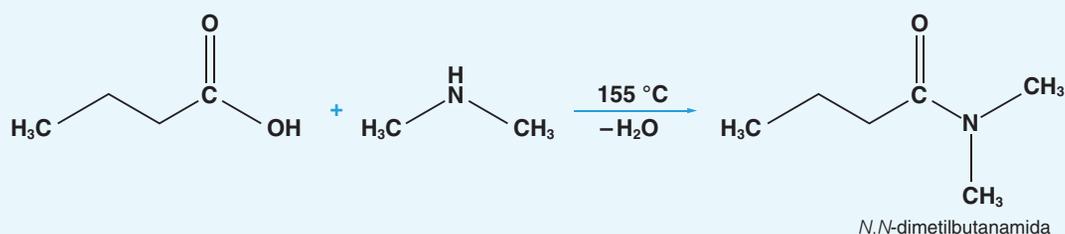


Em presença de ácidos, reagem segundo a equação geral:



O caráter básico das aminas explica a razão de se utilizar limão ou vinagre para lavar as mãos após a manipulação de peixes. O cheiro do peixe se deve a uma amina, a trimetilamina, neutralizada quando em contato com limão ou vinagre, pois há uma reação entre a amina e o ácido cítrico do limão ou o ácido acético do vinagre.

Essas bases orgânicas reagem com os ácidos carboxílicos formando amidas. Observe um exemplo:



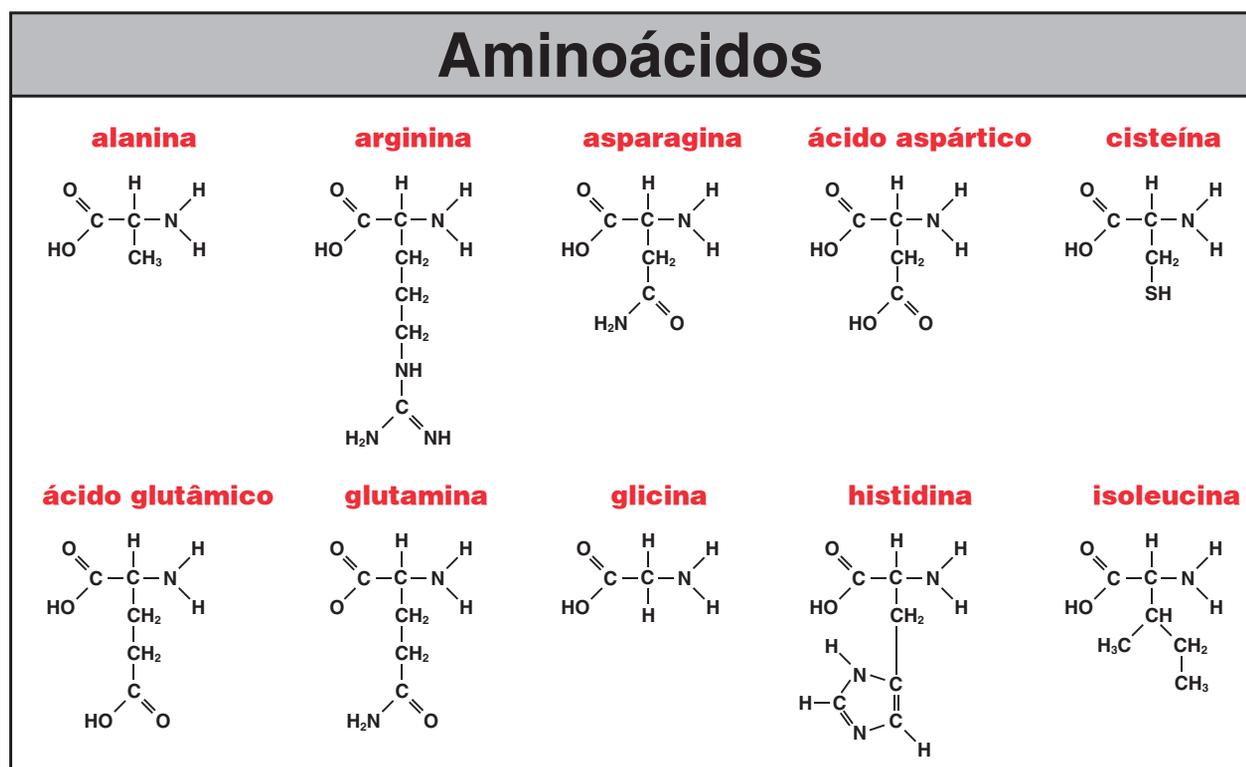
As aminas mais importantes são produzidas pela reação de um álcool com a amônia (NH₃):

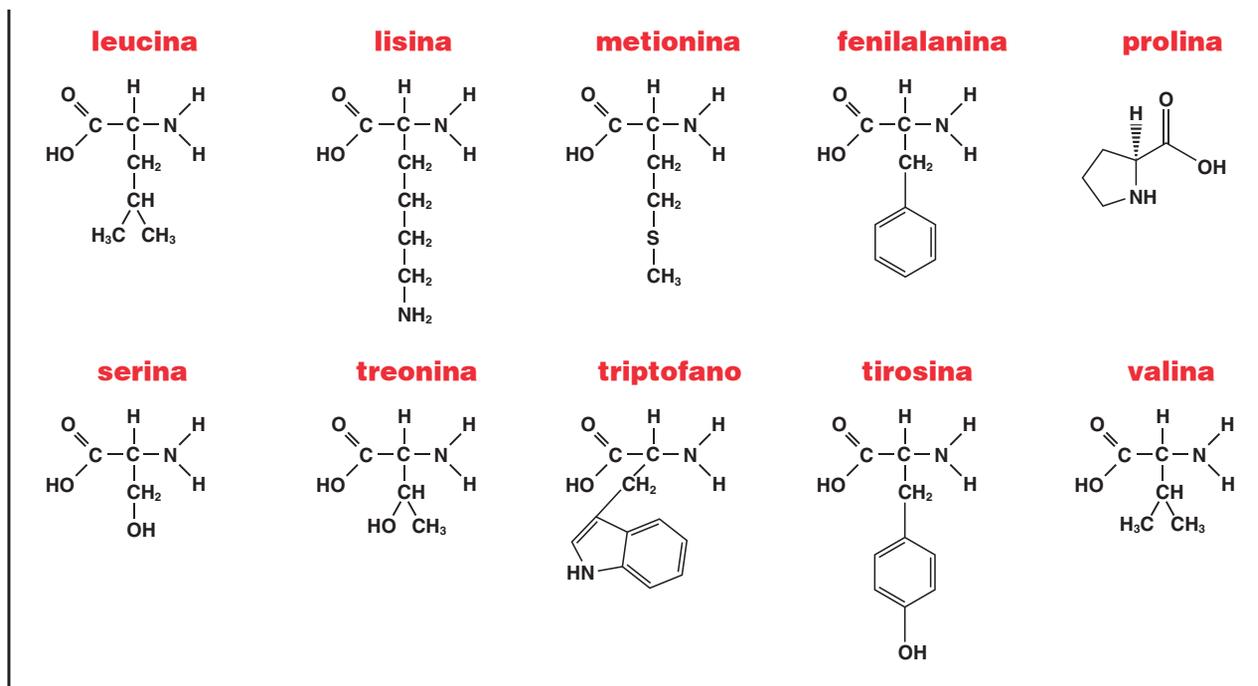


Os aminoácidos são compostos que apresentam os grupos funcionais amino (-NH₂) e o grupo funcional carboxila (-COOH) em um mesmo átomo de carbono de uma mesma molécula. Essas moléculas reagem entre si por meio dos grupos amino e carboxila, formando grandes cadeias: as proteínas.

Proteínas

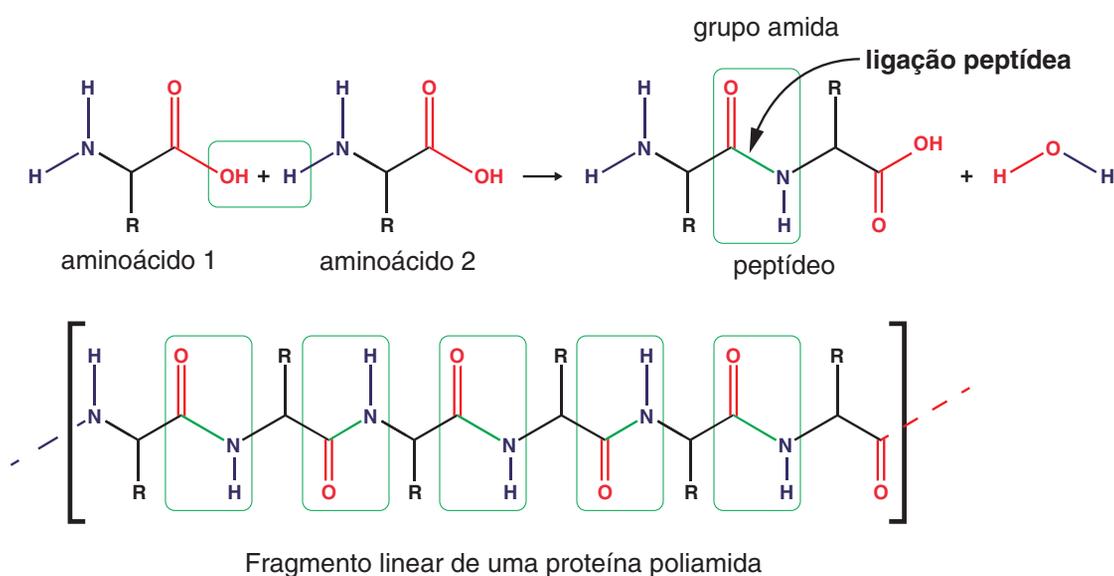
As proteínas são macromoléculas formadas pela união de aminoácidos. Elas possuem uma série de funções no organismo humano, atuando, por exemplo, como catalisadores em diversas reações metabólicas, na replicação do DNA, no transporte de moléculas, na resposta a estímulos etc. A figura a seguir apresenta os aminoácidos formadores das proteínas.



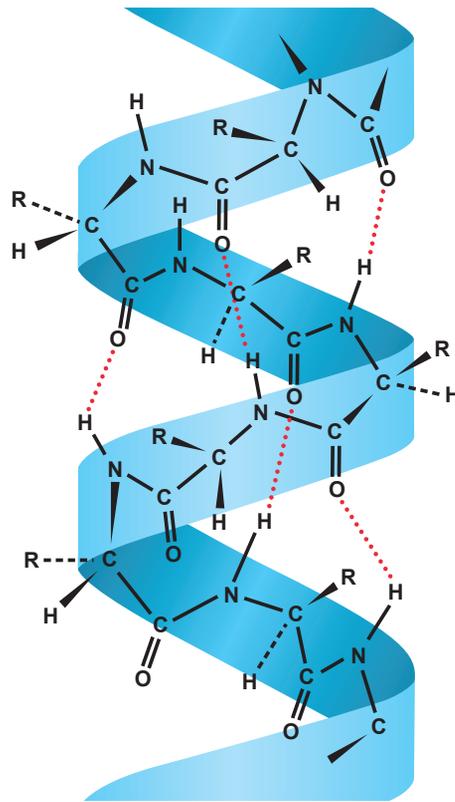


As proteínas pertencem à classe dos peptídeos, pois são formadas por aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas, que se caracterizam pela união do grupo amino ($-\text{NH}_2$) de um aminoácido com o grupo carboxila ($-\text{COOH}$) de outro aminoácido, formando uma amida e uma molécula de água.

A figura a seguir mostra, simplificada, a formação da ligação peptídica e os grupos funcionais que participam dela.



Na figura acima, os aminoácidos se unem formando grandes cadeias como as representadas a seguir.



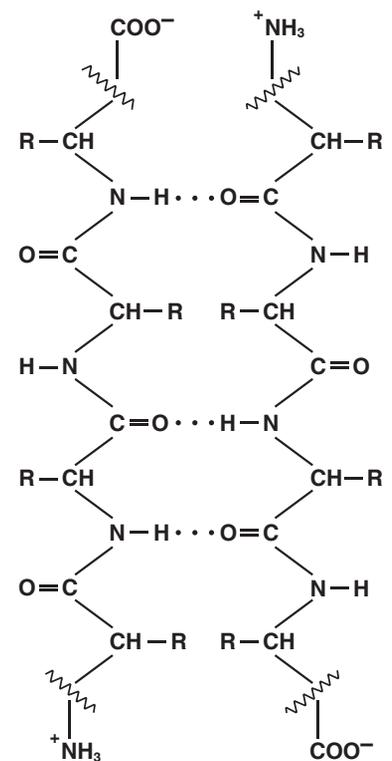
Estrutura em forma de hélice.

Essas grandes cadeias criam pontos de atração, que as obrigam a se torcer e ficar na forma de hélice ou de folha pregueada.

As ligações de hidrogênio mantêm a forma de hélice da cadeia da proteína, chamada de estrutura secundária. As cadeias ainda podem sofrer dobramento, enrolando-se sobre si mesmas e estabelecendo a estrutura terciária, como representado a seguir.



Estrutura terciária.



Estrutura em forma de folha pregueada.

As enzimas também são, em geral, proteínas, cuja função é atuar como catalisadores das reações biológicas, sendo fundamentais para o bom funcionamento do organismo. Como exemplo, pode-se citar a enzima pepsina, presente no estômago e que tem como função acelerar a quebra de proteínas obtidas na alimentação. Tanto o DNA como o RNA, responsáveis pelas características de cada ser humano e pela hereditariedade, estão associados a proteínas.

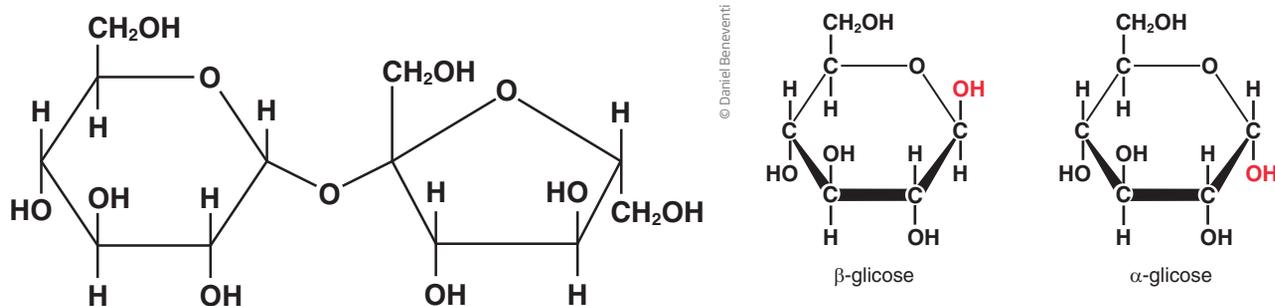
As proteínas ingeridas na alimentação são quebradas durante a digestão em aminoácidos que são absorvidos e transformados em novas proteínas. Alguns aminoácidos são fabricados em nosso organismo; outros, só são obtidos pela alimentação – os chamados essenciais. As principais fontes desses aminoácidos são a carne, o leite e os ovos.

Carboidratos

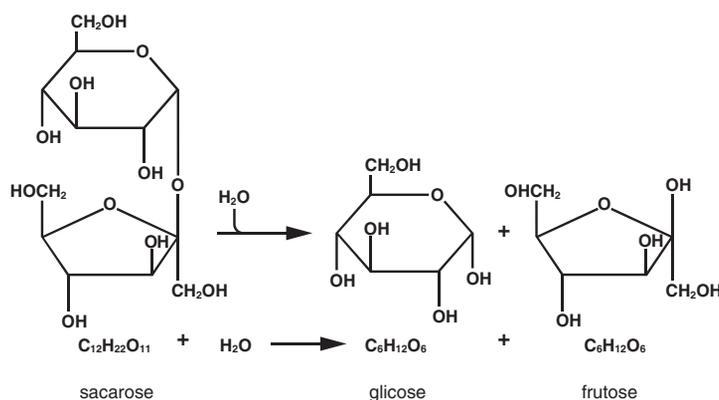
De todas as biomoléculas, os carboidratos são os mais abundantes. Dentre suas várias funções, a principal é ser fonte de energia, embora também tenha função estrutural nas paredes celulares. Além disso, fazem parte da composição do DNA e do RNA. São formados basicamente por carbono, hidrogênio e oxigênio. Alguns deles apresentam também os elementos fósforo, enxofre e nitrogênio.

Os carboidratos podem ser classificados quanto à sua complexidade. Há os **monossacarídeos**, que são os açúcares simples que não podem ser hidrolisados, isto é, não podem reagir com a água, formando unidades menores. Exemplos desse tipo de carboidrato são a glicose ($C_6H_{12}O_6$) e a frutose ($C_6H_{12}O_6$).

Além dos monossacarídeos, há os **oligosacarídeos**, açúcares compostos que, ao serem hidrolisados, formam monossacarídeos. Um exemplo deles é a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), ou açúcar de cana, um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e uma de frutose, como pode ser observado nas figuras a seguir.

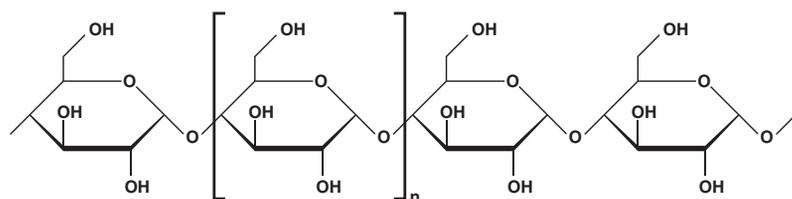


A estrutura da esquerda é da sacarose e as da direita, da β -glicose e da α -glicose.



© Daniel Beneventi

Os **polissacarídeos** são polímeros formados por monossacarídeos. Trata-se de moléculas de grande massa molecular e grandes cadeias de átomos. O amido existente em vários dos alimentos e a celulose são alguns exemplos. Veja na figura a seguir a estrutura do amido.

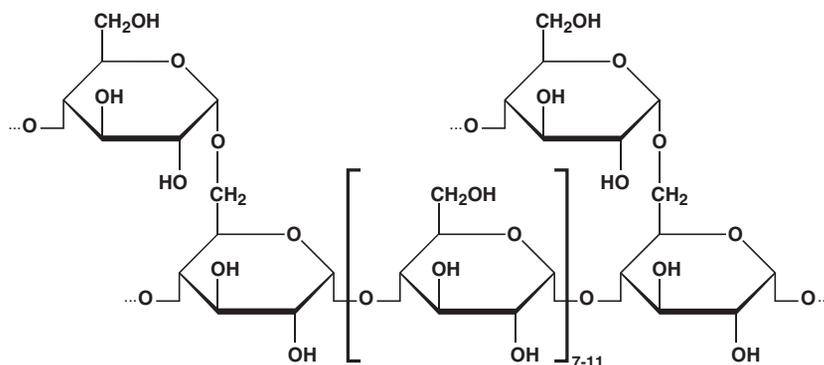


Estrutura do amido.

© Daniel Beneventi

Entre os colchetes, na figura anterior, há a unidade básica que se repete para formar o amido. Ela é denominada monômero (no caso do amido, uma molécula de glicose); o conjunto de unidades básicas forma o polímero.

O amido, ao ser ingerido, é hidrolisado e separado em moléculas de glicose, que são fontes de energia. O sangue mantém uma taxa de glicose para transformar em energia imediata quando necessário. A glicose em excesso é convertida em outro polímero, o glicogênio, que fica armazenado no fígado e nos músculos. Quando se necessita de energia, primeiro é queimado o açúcar do sangue; depois, o glicogênio é hidrolisado, e as moléculas de glicose resultantes são utilizadas.

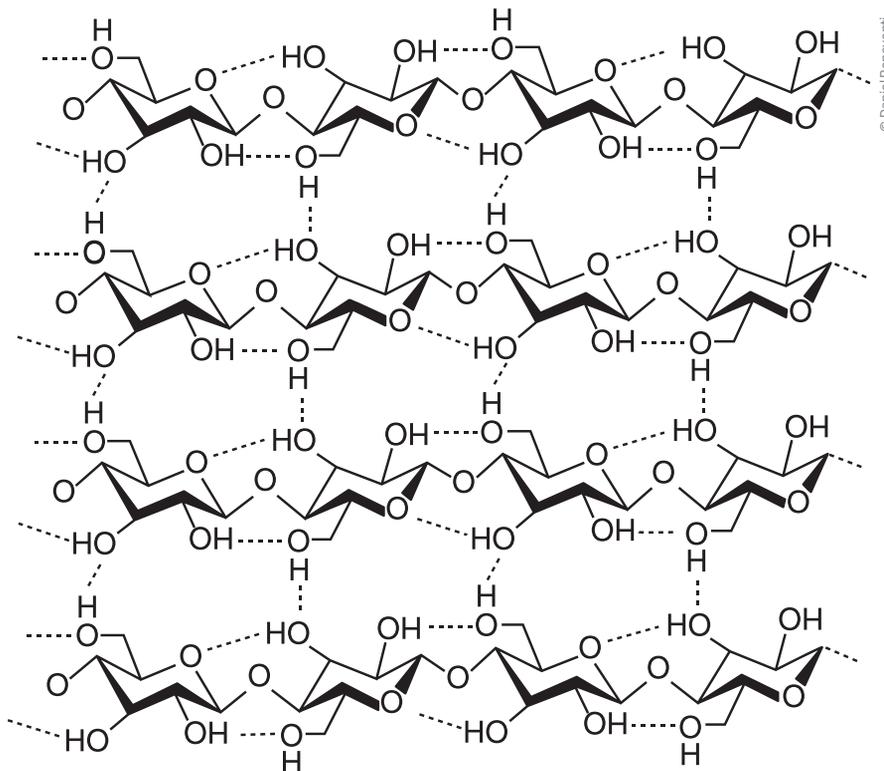


Estrutura do glicogênio.

© Daniel Beneventi

O excesso de carboidrato ingerido é transformado em gordura, já que o organismo só pode armazenar pouco açúcar como glicogênio – a quantidade total de glicogênio no corpo humano é de 600 g, aproximadamente.

Um carboidrato que serve de tecido de sustentação às plantas e que não é digerido pelos seres humanos é a celulose. Sua estrutura não permite que sofra hidrólise, o que significa que ela não é metabolizada pelo ser humano.



A celulose compõe o que se chama de fibras dos alimentos. Embora não seja metabolizada, é fundamental na formação do bolo alimentar, facilitando a digestão e o trânsito intestinal.

ATIVIDADE 1 Polímeros naturais

1 O amido está presente na maioria dos alimentos ingeridos. O que é o amido e qual é seu papel na alimentação?

2 As proteínas são polímeros formados por aminoácidos chamados monômeros. O que são polímeros e monômeros?

3 Qual é a razão de a celulose contida nos alimentos não ser metabolizada pelo ser humano?



Atualmente, são produzidos vários polímeros com estruturas semelhantes às dos polímeros naturais. Você já pensou na quantidade de polímeros naturais que foram substituídos por polímeros sintéticos?

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Polímeros naturais

1 O amido é um polímero natural formado pela união de pequenas moléculas de glicose; ambos são classificados como carboidratos. O papel do amido na alimentação é energético, ou seja, ele fornece energia para a manutenção das atividades humanas.

2 Os polímeros são macromoléculas que contêm centenas de milhares de átomos formados pela união de moléculas menores, os monômeros, que são sua unidade básica.

3 A estrutura da celulose é diferente da estrutura do amido. Enquanto o organismo humano é capaz de quebrar o polímero amido em seus monômeros e metabolizá-lo, o mesmo não ocorre com a celulose.

O ser humano desenvolveu vários tipos de polímeros artificiais que apresentam uma série de propriedades que os tornam matéria-prima da maior importância para a indústria em geral. O que genericamente se denomina plástico são polímeros, que substituem cada vez mais outros materiais, como metais, vidros etc.

Por causa de suas características, os polímeros sintéticos são produzidos em grandes quantidades e, atualmente, muito dinheiro é investido em pesquisa para obter polímeros com novas características e que possam ser biodegradáveis, a fim de, ao serem descartados, agredirem menos o ambiente.

Neste tema, você conhecerá os diferentes polímeros sintéticos, algumas de suas características e as reações que os formam.

Leia o texto com atenção, faça um resumo com suas palavras e anote as dúvidas para o encontro com os professores.



O QUE VOCÊ JÁ SABE?

É cada vez maior o número de materiais que são substituídos por polímeros sintéticos. Você se lembra de alguns deles?



Polímeros

Em 1839, Thomas Hancock (1786-1865) e Charles Goodyear (1800-1860) modificaram a borracha natural – um polímero –, melhorando suas propriedades. Desenvolveram o que se chamou de vulcanização da borracha, realizada por meio do aquecimento da borracha natural com enxofre.

Em 1877, August Kekulé (1829-1896) propôs hipóteses para explicar a estrutura dos polímeros e, em 1907, Leo Baekeland (1863-1944) criou o primeiro polímero artificial, o baquelite, formado pela reação entre o formol e o formaldeído.

Nos últimos cem anos, foi criada uma enorme quantidade de diferentes polímeros, para as mais variadas funções. Eles substituíram com vantagem os polímeros naturais, os metais, a madeira etc., e suas aplicações são cada vez mais amplas, o que se explica, principalmente, pelo fato de a matéria-prima utilizada em sua fabricação ser derivada do petróleo e do gás natural, que, por enquanto, existem em abundância e podem ser adquiridos a preços baixos.

Os polímeros podem ser obtidos por meio de dois tipos de reação: de adição ou de condensação. No primeiro caso, a reação só forma o polímero chamado de polímero de adição; no segundo caso, a reação forma o polímero de condensação e um subproduto, que pode ser água, álcool etc.

Polímeros de adição

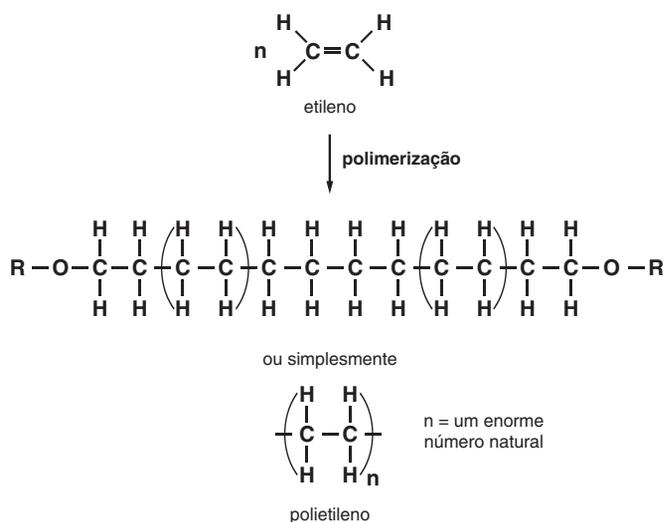
O polímero mais comum, normalmente conhecido por plástico, é o polietileno (PE). Trata-se de um polímero de adição utilizado das mais diversas maneiras: em embalagens de produtos de limpeza e de alimentos, garrafas de refrigerantes, caixas-d'água, tubulações, sacos de lixo etc. As figuras a seguir mostram alguns produtos manufaturados com o polietileno.



Alguns usos do polietileno.

As reações de adição ocorrem entre substâncias que apresentam dupla-ligação entre átomos de carbono. Para que elas ocorram, são usadas altas temperaturas, pressão e catalisadores. A figura ao lado representa a formação do polietileno a partir de seu monômero: o etileno, ou eteno.

Na reação, a quebra de uma das ligações da dupla-ligação abre dois pontos de formação de novas ligações, permitindo a entrada de uma molécula de etileno de cada lado, com dois novos pontos de ligação. A reação se propaga, formando o polímero.



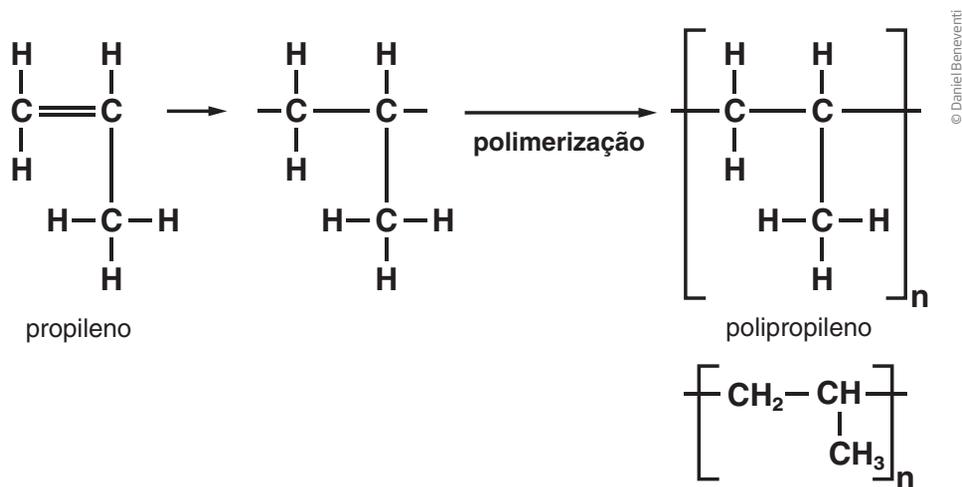
Formação do polietileno a partir de seu monômero etileno.

Existem vários tipos de polietileno. Os de baixa densidade são os mais baratos e usados na produção de filmes para embalar alimentos, de sacolas de

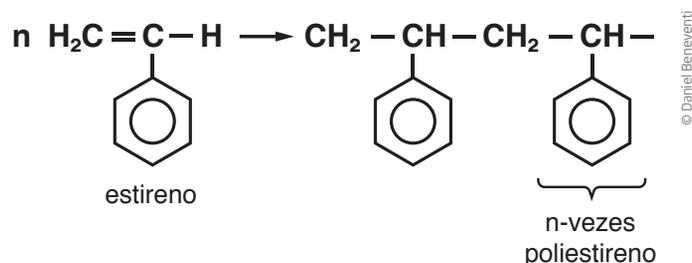
supermercados, de embalagens para leite e água, além de frascos de cosméticos, alimentos e medicamentos, de mangueiras de água etc. Os de alta densidade são utilizados na fabricação de tubulações, tambores, caixotes para refrigerantes e cervejas, caixas-d'água etc.

Outros polímeros de adição bem conhecidos estão representados a seguir.

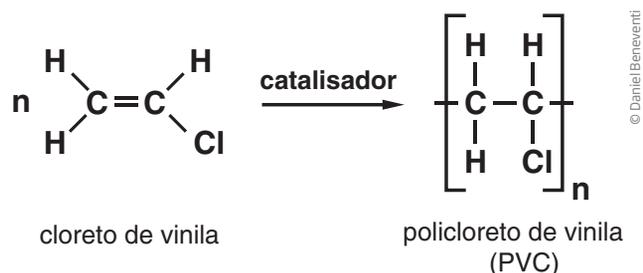
O polipropileno é formado na polimerização do propileno e utilizado na fabricação de cordas, assentos de cadeira etc.



O poliestireno, formado pelo monômero estireno, é utilizado na fabricação de pratos, xícaras, isolantes térmicos (isopor) etc.



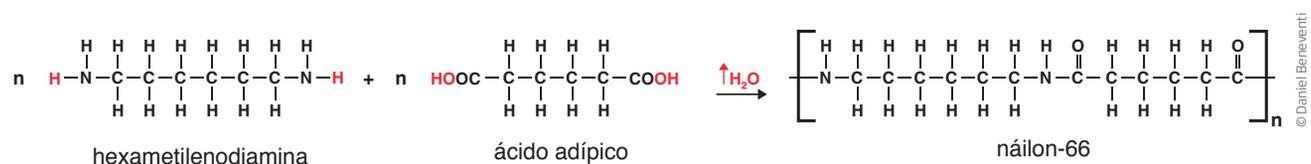
O policloreto de vinila (PVC) é formado pelo monômero cloreto de vinila e usado na fabricação de filmes para embalar alimentos, em tubulações etc.



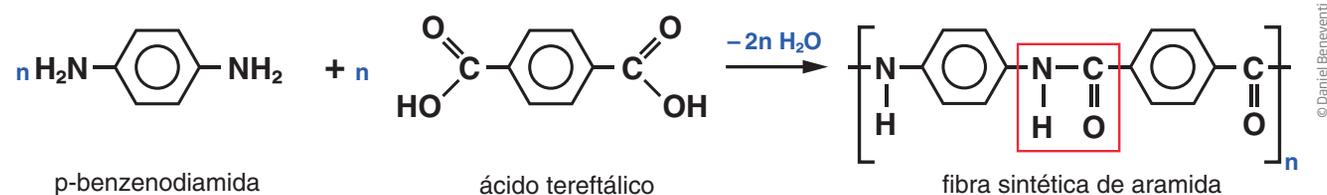
garrafas, tinta em pó, vernizes etc. Na reação, além do poliéster, há a formação de água como subproduto.

As poliamidas são polímeros de condensação, como as proteínas. São utilizadas na produção de filmes, fibras têxteis, fibras para carpete, plásticos de engenharia como válvulas, tanques, engrenagens etc.

O náilon-66, que você observa na figura a seguir, é uma poliamida muito conhecida e utilizada. É assim chamado porque os reagentes que o formam, tanto o diálcool (dois grupamentos $-OH$) quanto o diácido (dois grupamentos $-COOH$), apresentam seis átomos de carbono por molécula.



Outra poliamida bem conhecida é a fibra sintética de aramida, utilizada na fabricação de coletes à prova de balas e na blindagem de veículos. A estrutura do polímero é apresentada a seguir.



Os polímeros de condensação, em geral, são formados por dois ou mais monômeros distintos e são chamados de **copolímeros**.



Nosso modo de vida tornou o uso de polímeros fundamental. Essas macromoléculas estão presentes em todas as atividades humanas: na maioria dos recipientes, nas fibras, em muitas engrenagens, na substituição de metais, na indústria farmacêutica, na Medicina e até mesmo na fabricação de implantes. As vantagens que os polímeros trouxeram vieram acompanhadas de alguns problemas, como o enorme volume de material descartável gerado pelo uso indiscriminado de embalagens plásticas, desprezadas na natureza de maneira indevida.

O lixo doméstico urbano é constituído em média de 15% de papel, 4% de metal, 3% de vidro, 12% de plástico (todos os tipos de polímeros descartados) e 66% de matéria orgânica, segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental do Ceará. A tendência é que a porcentagem de plástico no lixo doméstico aumente com o crescimento do consumo e da oferta de alimentos prontos, que já vêm embalados.

O problema do lixo nos grandes centros deixou de ser uma responsabilidade apenas dos governos. Cabe aos cidadãos e cidadãs assumir sua parte na solução do problema. É fundamental a realização de coleta seletiva e, se possível, que ela também seja promovida entre os vizinhos ou a comunidade, para que se torne uma ação conjunta. Da mesma forma, é importante que se procure reduzir ao máximo o uso de embalagens e sacolas plásticas em mercados e feiras.

O lixo plástico acumulado nos lixões e aterros sanitários, além de ocupar grande área, leva cerca de 400 anos para sofrer degradação, contribuindo para a obstrução de esgotos e para enchentes, além de emitir gases tóxicos quando queimado e de provocar a morte de animais que o ingerem.

Reduzir o consumo de sacolas plásticas e reciclar todo o plástico utilizado é uma grande contribuição na preservação do meio ambiente.



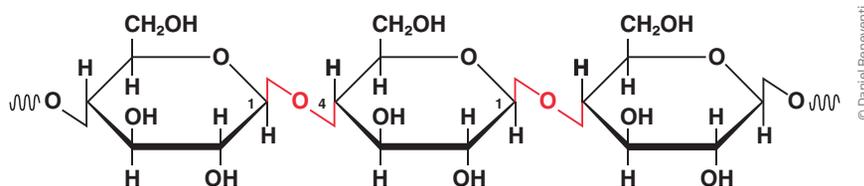
Biopolímeros

Os biopolímeros são os polímeros naturais e os produzidos a partir de fontes renováveis. Procurando minimizar a ação sobre o meio ambiente, há pesquisas em desenvolvimento para a produção de biopolímeros a partir de fontes renováveis como o milho e a cana-de-açúcar.

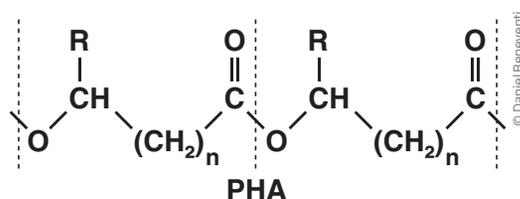
No Brasil, já associado à cadeia produtiva do etanol, um plástico biodegradável é produzido a partir do bagaço da cana: o poli-hidroxialcanoato (PHA). Na produção dele, bactérias agem sobre o bagaço, gerando um produto. O produto obtido é retirado e utilizado na síntese do polímero, que, além de ser derivado de recursos renováveis, é biodegradável. Esse plástico é usado, principalmente, em materiais descartáveis como copos, pratos, talheres, sacos de lixo, sacolas, embalagem para alimentos, garrafas para água e sucos. A possível substituição de fraldas descartáveis e de sacolas usadas em supermercados e feiras pelo bioplástico seria uma enorme contribuição à preservação do meio ambiente.

A seguir, a estrutura de dois biopolímeros, um natural e outro sintético, ambos biodegradáveis.

Celulose, polímero natural utilizado principalmente como fibra



Plástico PHA produzido a partir da ação de bactérias sobre o bagaço de cana



Os biopolímeros, no futuro, poderão substituir a maioria dos polímeros sintéticos utilizados hoje em dia, em particular os descartados normalmente sem possibilidade de reciclagem, como sacos de lixo e sacolas de supermercados.

ATIVIDADE 1 Polímeros sintéticos

1 Os polímeros sintéticos podem ser obtidos por reações de adição ou de condensação. Que característica um monômero deve apresentar para formar um polímero de adição?

2 Que características devem apresentar os monômeros formadores dos polímeros de condensação?



**PENSE
SOBRE...**

Com base em tudo que foi visto até agora, qual ação você considera viável para reduzir a quantidade de material plástico enviado aos lixões ou aterros sanitários?



DESAFIO

A caixinha utilizada em embalagens como as de leite “longa vida” é chamada de “*tetra brick*”, por ser composta de quatro camadas de diferentes materiais, incluindo alumínio e plástico, e ter a forma de um tijolo (*brick*, em inglês). Esse material, quando descartado, pode levar até cem anos para se decompor.

Considerando os impactos ambientais, seria mais adequado

- utilizar soda cáustica para amolecer as embalagens e só então descartá-las.
- promover a coleta seletiva, de modo a reaproveitar as embalagens para outros fins.
- aumentar a capacidade de cada embalagem, ampliando a superfície de contato com o ar para sua decomposição.
- constituir um aterro específico de embalagens “*tetra brick*”, acondicionadas de forma a reduzir seu volume.
- proibir a fabricação de leite “longa vida”, considerando que esse tipo de embalagem não é adequado para conservar o produto.

Enem 2003. Prova amarela. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2003/2003_amarela.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

HORA DA CHECAGEM

Atividade 1 - Polímeros sintéticos

1 Os monômeros que formam polímeros de adição devem apresentar pelo menos uma dupla-ligação, para que na polimerização uma das ligações se quebre, permitindo a união das moléculas para formar o polímero.

2 Nos polímeros de condensação, os monômeros são moléculas que apresentam dois grupos funcionais que podem reagir, unindo-se para formar os polímeros. A reação, além de formar o polímero, forma uma segunda substância, em geral álcool ou água.

Desafio

Alternativa correta: **b**. O mais adequado nesse caso seria promover a coleta seletiva de material para reciclagem, o que evita o acúmulo do lixo em aterros sanitários e lixões. Proibir a fabricação da embalagem criaria um problema para a conservação do leite “longa vida”.



Registro de dúvidas e comentários

Neste tema, você vai ver como são obtidos alguns dos produtos de higiene e de limpeza usados cotidianamente e quais são suas características. Aprenderá como atuam o sabão e o detergente, bem como as substâncias presentes em produtos como cremes em geral, pastas dentais e protetores solares. Espera-se que o tema desperte seu interesse e contribua para um melhor entendimento da atuação desses produtos.

O QUE VOCÊ JÁ SABE?

Nos sítios e fazendas, é comum que se prepare sabão caseiro utilizando gordura de porco, soda cáustica e cinzas. Você considera estranho que a gordura possa ser transformada em sabão?

O sabão e o sabonete

Os óleos vegetais e as gorduras reagem com bases, originando um sal e álcool. Essa reação é denominada **reação de saponificação**. O sal formado é um sal de ácido graxo, que você conhece por sabão.

Em alguns locais, é comum os moradores prepararem o sabão aquecendo gordura de porco com soda cáustica (hidróxido de sódio) e cinzas (que contêm hidróxido de potássio). A mistura é aquecida até virar uma pasta, que pode ser moldada e, ao esfriar, endurece, formando o sabão.

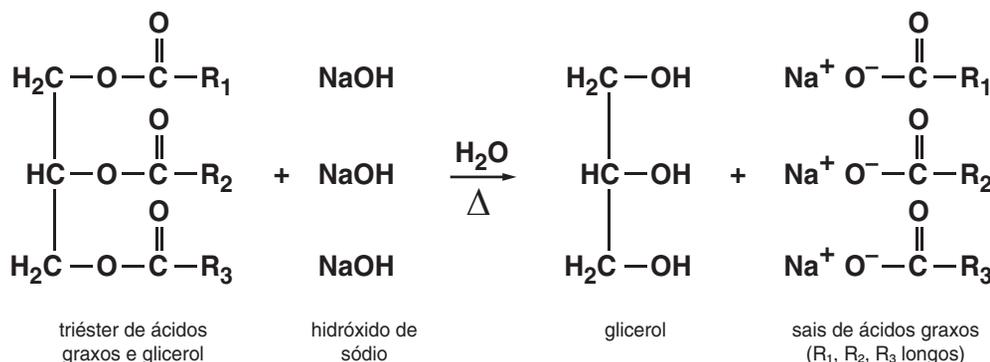
A reação de saponificação está representada a seguir.



Índias guarani-kaiowá fabricando sabão artesanal na Aldeia de Amambai (MS).

© Edson Sator/Pulsar Imagens

© Daniel Beneventi



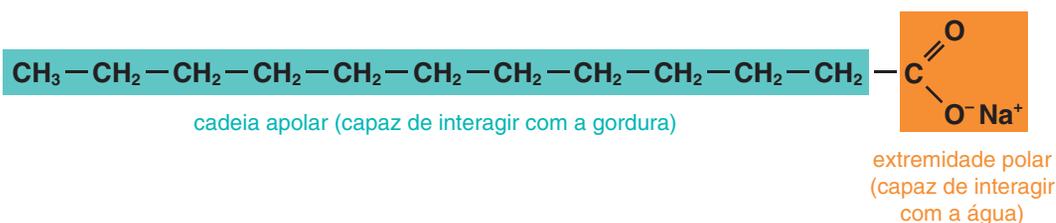
Δ = calor

A equação representa a gordura (triéster de ácidos graxos ou triglicerídeo) e o hidróxido de sódio reagindo e formando o glicerol (ou glicerina) e um sal orgânico, que é o sabão.

O hidróxido de potássio é acrescentado para dar maciez ao sabão, reagindo com o óleo ou a gordura da mesma forma que o hidróxido de sódio. Na indústria, o sabão e o sabonete são derivados de óleos vegetais.

Tanto o sabão quanto o sabonete são obtidos da reação entre os hidróxidos de sódio e de potássio e um óleo vegetal, em reações de saponificação. A diferença entre o sabão e o sabonete está no uso de ervas, aromatizantes e hidratantes na produção deste último, o que não ocorre com o sabão.

O sabão é um sal orgânico, um sal de ácido graxo, como representado a seguir.

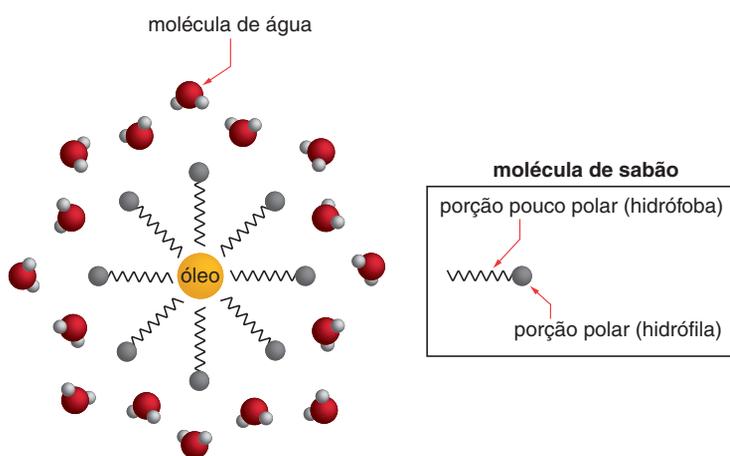


O sal formado é solúvel em água e ocorre a separação (dissociação do íon Na⁺(aq) do ânion, como a imagem sugere). A cadeia carbônica é pouco polar e interage com a gordura; já o grupo —COO⁻ é polar e interage com a água. O sabão forma com a gordura pequenos glóbulos, de tal forma que a parte pouco polar das moléculas do sabão fique voltada para as gotículas de gordura, e a parte polar, para a água, permitindo, assim, que a gordura se misture com a água na lavagem, como representado pela figura ao lado.

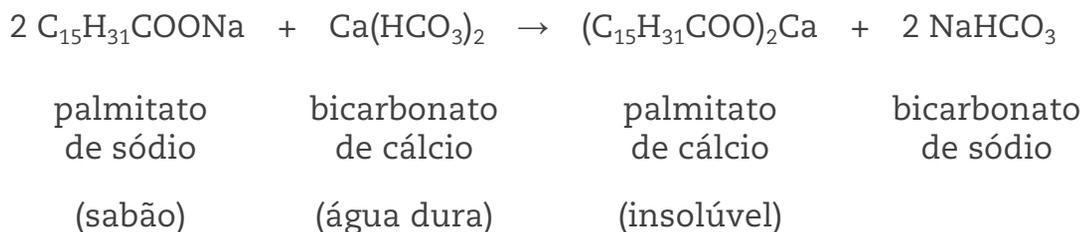
O sabão também diminui a tensão superficial da água, tornando mais fácil a interação da água com a gordura.

Para que o sabão possa atuar, é necessário que se dissolva na água, para liberar seus íons, que agirão sobre a gordura e a água. Quando a água do local é chamada de água dura, a eficiência do sabão já não é

a mesma. A razão para isso é que o ânion do sabão responsável por suas propriedades vai formar um sal insolúvel com os íons Ca²⁺ e Mg²⁺ existentes em excesso na água



dura, impedindo a ação do sabão ao impossibilitar que a sua extremidade polar forme ligações de hidrogênio com a água. A equação dessa reação está representada a seguir.



A água dura não produz espuma, porque os sais reagem com o sabão resultando em um precipitado insolúvel. Nos locais em que a água é dura, isto é, rica em íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , o sabão é substituído por detergentes e xampus.

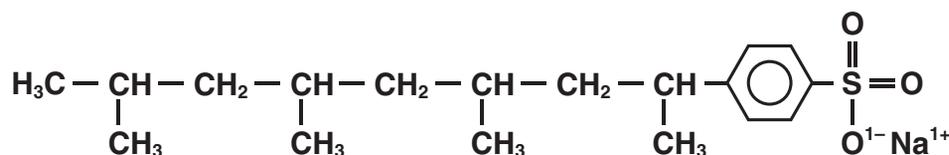


Detergentes e xampus

Detergentes e xampus são emulsionantes (substâncias capazes de misturar substâncias pouco polares com água), como sabões e sabonetes, mas produzidos de derivados de petróleo. Sua vantagem sobre os sabões é que agem tanto na água dura quanto na água comum. Há vários tipos de detergente que atuam diminuindo a tensão superficial da água para permitir a solubilização das gorduras.

Da mesma forma que o sabão, os detergentes são formados por moléculas anfipáticas, isto é, que apresentam em suas estruturas moleculares uma cadeia carbônica pouco polar e uma extremidade com um grupo funcional polar, o que permite a interação tanto com a gordura quanto com a água.

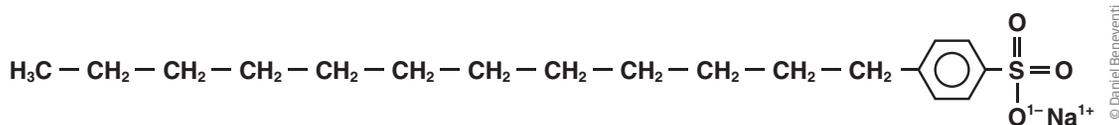
Um dos problemas que os detergentes causam é que muitos não são biodegradáveis como o sabão. Durante a limpeza, resíduos de sabão ou de detergente são descartados e vão para um corpo d'água (lago, rio etc.). O sabão é biodegradável, por isso os microrganismos existentes na água se encarregarão de decompô-lo, evitando seu acúmulo na água e conseqüente poluição. Já os detergentes podem ou não ser biodegradáveis. A figura a seguir representa um detergente que não é biodegradável.



© Daniel Benevisti

O ânion desse tipo de detergente apresenta uma cadeia carbônica com ramificações, que não pode ser atacada pelos microrganismos – não é, portanto, biodegradável.

Já os detergentes, que apresentam cadeias carbônicas normais, sem ramificação, são metabolizados pelos microrganismos – são biodegradáveis.



© Daniel Beneventi

Os detergentes podem se apresentar na forma líquida ou em pó. Sua fórmula não é simples, pois, além do material detergente, muitas outras substâncias são acrescentadas para melhorar sua ação: agentes removedores de manchas ou branqueadores ópticos e bioquímicos, cuja ação é realçar o branco das roupas; agentes de suspensão; agentes modificadores de espuma etc.

Mesmo os detergentes biodegradáveis devem ser utilizados sem desperdício. Usar os detergentes sem diluí-los antes em água, além de tornar mais difícil retirá-los de pratos, talheres e copos, causará mais problemas ao meio ambiente, pois para degradá-los os microrganismos consomem oxigênio da água, causando problemas para a vida existente nesse meio. Além disso, os detergentes liberam muitos íons fosfato, que contribuem para a proliferação de algas, contaminando o corpo d'água que os recebe. O correto é diluir o detergente em um recipiente antes de utilizá-lo na pia.

Um experimento fácil de ser feito mostra como o detergente e o sabão diminuem a tensão superficial da água. Graças às ligações de hidrogênio, as moléculas de água formam uma película na superfície do líquido que permite aos insetos caminharem sobre a água ou uma agulha ou lâmina de barbear ficarem sobre ela sem afundar. Veja na imagem ao lado.



© Thomas Males/123RF

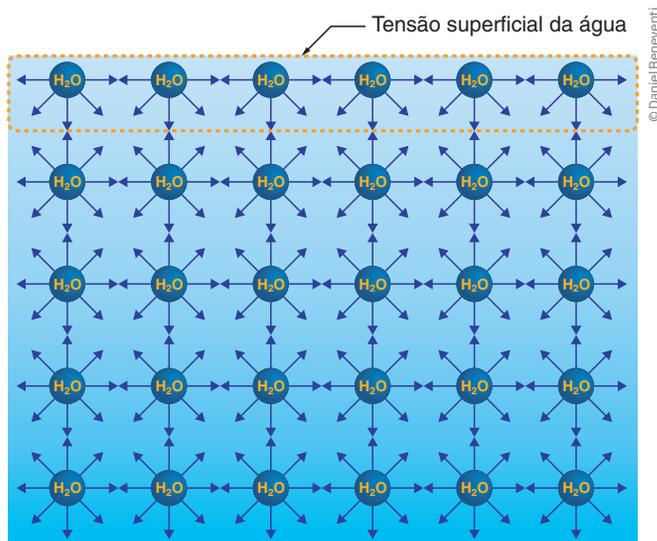
Insetos caminhando sobre a superfície da água.

Agora, faça este experimento:

- Em uma bacia, coloque água e, cuidadosamente, uma agulha ou lâmina de barbear sobre a sua superfície, de modo que esse objeto fique flutuando.
- Coloque um pouco de detergente na água e observe o que ocorre com a agulha ou a lâmina.

Ao diminuir a tensão superficial, tanto a agulha quanto a lâmina afundam, e a água aumenta sua capacidade de molhar ou interagir com o que for misturado a ela. A figura ao lado representa as interações na tensão superficial da água.

O sabão e os detergentes são chamados de tensoativos, por diminuírem a tensão superficial da água, facilitando misturas.



Representação das interações entre as moléculas de água e como a interação influi na tensão superficial.

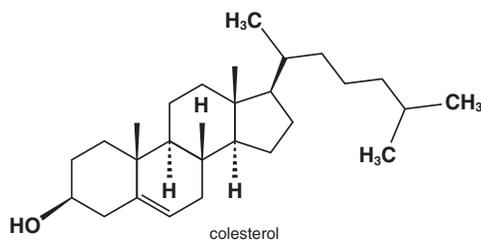


Perfumes, cremes, loções e pastas dentais

Os perfumes são soluções formadas por óleos essenciais obtidos de plantas ou animais, responsáveis pela fragrância, um solvente e um fixador para prolongar o odor. A indústria farmacêutica desenvolve fragrâncias artificiais para substituir as de origem vegetal ou animal a fim de baratear processos e preservar espécies em risco de extinção.

As essências que ajudam a compor os perfumes são utilizadas também em sabonetes, pastas dentais, cremes, loções etc. Os detergentes são ingredientes de cremes e pastas dentais.

Para combater o ressecamento da pele, há cremes hidratantes, cuja função é reter a sua umidade, mantendo-a hidratada e evitando a perda excessiva de água. A maioria contém lanolina, que atua como umectante por ser uma mistura de ácidos graxos e seus ésteres (gorduras), ou seja, é formada por moléculas com grandes cadeias pouco polares e uma extremidade polar que interage com a água, diminuindo sua evaporação. Além da lanolina, são utilizados como umectantes o glicerol, o colesterol e o ácido palmítico.



Estruturas de alguns umectantes utilizados em cremes.

© Daniel Beneventi



© Dorling Kindersley/Getty Images

Creme hidratante.

Os umectantes são usados também em sabonetes, amaciantes de roupas e alguns alimentos, como pães e bolos.

Os protetores solares são cremes que contêm substâncias que atuam como filtros solares, podendo ser físicos ou químicos. Os filtros solares físicos, como o óxido de titânio (sólido branco), refletem parte da luz solar; já os filtros solares químicos absorvem parte das radiações – suas moléculas absorvem a radiação UV. O fator de proteção solar indica o tempo que uma pessoa pode ficar exposta ao Sol antes de a pele ficar vermelha, isto é, se o fator de proteção é 15, significa que o tempo de exposição ao Sol pode ser 15 vezes maior que o tempo de exposição sem o uso do protetor. Como a resistência da pele ao Sol varia de pessoa para pessoa, o tempo de exposição permitido depende da pele de cada uma.



© belchonock/123RF

Produtos de uso pessoal.

As pastas dentais possuem detergentes, amaciantes, umectantes, essências, sais de flúor e abrasivos. Os detergentes existentes na pasta dental e os abrasivos, em geral o óxido de titânio, são tão poderosos que essa pasta pode ser utilizada para limpar mãos sujas de graxa, sendo melhor e menos agressiva à pele que os solventes orgânicos, como a aguarrás. Os sais de flúor são colocados para proteger os dentes das cáries.

As pastas dentais contêm também bicarbonato de sódio e hidróxido de magnésio, para diminuir a acidez da boca e proteger ainda mais os dentes.



© Dejan Jovanovic/123RF

Pasta dental.

ATIVIDADE 1 Sabões

1 Qual é a razão de o sabão e o sabonete não serem eficientes quando a água utilizada é aquela conhecida por água dura (rica em íons Ca^{2+} e Mg^{2+})?

2 Qual é a vantagem do detergente sobre o sabão? Qual é a desvantagem?

3 O que é um tensoativo e qual é o papel desempenhado por ele nos produtos de limpeza?



Você já refletiu sobre a capacidade que os ratos têm de se alimentar com sabão? Você imagina por que esses roedores obtêm energia comendo esse agente de limpeza?

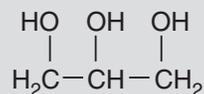


DESAFIO

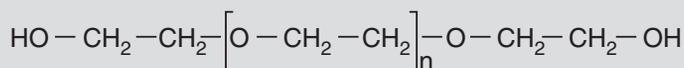
A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

- ligações iônicas.
- forças de London.
- ligações covalentes.
- forças dipolo-dipolo.
- ligações de hidrogênio.



glicerina



polietilenoglicol

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado)

