



Luis Antonio Ortellado Gómez Zelada
Hélio Siqueira Aidar

VAMOS AO LABORATÓRIO?

Experiências de Química para o Ensino Médio
Inclui práticas com materiais alternativos

QUÍMICA GERAL E
INORGÂNICA

FÍSICO-QUÍMICA

QUÍMICA ORGÂNICA

EDU FU

Vamos ao laboratório?



Av. João Naves de Ávila, 2121
Campus Santa Mônica – Bloco 1S
Cep 38408-100 | Uberlândia – MG
Tel: (34) 3239-4293

REITOR

Elmiro Santos Resende

VICE-REITOR

Eduardo Nunes Guimarães

DIRETORA DA EDUFU

Belchiolina Beatriz Fonseca

CONSELHO EDITORIAL

Adriana Pastorello Buim Arena

Carlos Eugênio Pereira

Emerson Luiz Gelamo

Fábio Figueiredo Camargo

Hamilton Kikuti

Marcos Seizo Kishi

Narciso Laranjeira Telles da Silva

Reginaldo dos Santos Pedroso

Sônia Maria dos Santos

EQUIPE DE REALIZAÇÃO

Editora de publicações

Assistente editorial

Coordenadora de revisão

Revisão

Revisão ABNT

Projeto gráfico e capa

Diagramação

Imagem capa

Maria Amália Rocha

Leonardo Marcondes Alves

Lúcia Helena Coimbra Amaral

Zeila Abdala de Sá

Maira Nani França

Os autores

Ivan da Silva Lima

Os autores

Luis Antonio Ortellado Gómez Zelada
Hélio Siqueira Aidar

Vamos ao laboratório?

Experiências de Química para o Ensino Médio
Inclui práticas com materiais alternativos



Copyright 2016 © Edufu
Editora da Universidade Federal de Uberlândia/MG
Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução parcial ou total por qualquer meio sem permissão da editora.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

Z49v Zelada, Luis Antonio Ortellado Gomez.
Vamos ao laboratório? : experiências de química para o ensino médio / Luis Antonio Ortellado Gomez Zelada, Hélio Siqueira Aidar. - Uberlândia : EDUFU, 2016.
228 p. : il.

ISBN: 978-85-7078-403-2 (impresso)
ISBN: 978-85-7078-446-9 (e-book)
Inclui bibliografia.
Inclui práticas com materiais alternativos.

1. Química (Ensino medio) - Estudo e ensino. 2. Laboratórios químicos. 3. Química - Experiências. I. Aidar, Hélio Siqueira. II. Título.

CDU: 372.854

*Para Maria Amelia, minha amada esposa e companheira,
e meus filhos Bernardo León e Laura Beatriz,
com imenso carinho e respeito.*

Ortellado

*Para Diogo, Isabel e Juliana, meus queridos,
com especial amor e carinho.*

Hélio

Esta obra é especialmente dedicada aos PROFESSORES de nível médio de Química que se esforçam em mostrar a parte experimental dessa ciência aos seus alunos. Muitas vezes com grande esforço pessoal devido à falta de meios e condições e até suprindo com seus próprios recursos essa deficiência.

Por meio desse esforço, tais EDUCADORES demonstram dedicação a seus alunos, instituição e profissão. Essa dedicação se constitui numa verdadeira doação em face às limitadas condições para o exercício da parte experimental da Química.

A eles, a nossa admiração e respeito.

Os autores

SUMÁRIO

Prefácio.....	11
Apresentação	13

QUÍMICA GERAL E INORGÂNICA

Experiência 01 - Misturas homogêneas e heterogêneas	17
Experiência 02 - Densidade dos materiais	19
Experiência 03 - Destilação simples.....	21
Experiência 04 - Destilação fracionada.....	23
Experiência 05 - Destilação à pressão reduzida.....	25
Experiência 06 - Separação de misturas	27
Experiência 07 - Teste de chama	29
Experiência 08 - Geometria molecular	31
Experiência 09 - Alotropia.....	33
Experiência 10 - Solubilidade	35
Experiência 11 - Acidez e basicidade.....	37
Experiência 12 - Indicadores ácido-base	39
Experiência 13 - Condutividade elétrica.....	41
Experiência 14 - Óxidos.....	43
Experiência 15 - Evidências das reações químicas.....	45
Experiência 16 - Reatividade dos metais	47
Experiência 17 - Reações de íons em solução aquosa	49
Experiência 18 - Transformações gasosas.....	51
Experiência 19 - Teor de carbonato no calcário.....	53

FÍSICO-QUÍMICA

Experiência 20 - Soluções.....	57
Experiência 21 - Concentração de soluções.....	59
Experiência 22 - Diluição de soluções.....	61
Experiência 23 - Titulação ácido-base	63
Experiência 24 - Propriedades coligativas das soluções	65
Experiência 25 - Reações de óxido-redução	67
Experiência 26 - Montagem de uma pilha	69
Experiência 27 - Eletrólise	71
Experiência 28 - Galvanização	73
Experiência 29 - Taxa de desenvolvimento das reações químicas.....	75
Experiência 30 - Alterações em equilíbrios químicos	77
Experiência 31 - Potencial hidrogeniônico - pH.....	79
Experiência 32 - Indicador universal.....	81

QUÍMICA ORGÂNICA

Experiência 33 - Compostos de carbono.....	85
Experiência 34 - Extração por solvente	87
Experiência 35 - Extração por arraste de vapor	89
Experiência 36 - Separação do etanol a partir do vinho.....	91
Experiência 37 - Interações intermoleculares.....	93
Experiência 38 - Reação de saponificação.....	95
Experiência 39 - Solubilidade dos sabões e detergentes	97
Experiência 40 - Obtenção de ácidos graxos a partir do sabão.....	99
Experiência 41 - Oxidação dos álcoois	101
Experiência 42 - Insaturação da cadeia hidrocarbonada.....	103
Experiência 43 - Purificação de sólidos.....	105
Experiência 44 - Reação de transesterificação.....	107
Experiência 45 - Reações do acetileno	109

ANEXOS

Normas de segurança no laboratório.....	113
Alguns ícones empregados em frascos de reagentes	114
Periculosidade e toxicidade de reagentes	115
Alguns materiais e equipamentos de laboratório.....	118
Onde encontro?.....	119
Materiais alternativos de apoio no laboratório	120

MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS

Faça você mesmo	125
Montagem de uma bureta alternativa	126
Centrífuga alternativa para uso em laboratório	128
Banho de água gelada alternativo.....	129
Condensador alternativo de PVC	130
Detector de condutividade elétrica	131
Como fazer uma trompa de vácuo.....	132
Equipamentos alternativos para destilação	133
Método alternativo para destilação por arraste de vapor.....	135
Dispositivo alternativo para uma destilação a vácuo	136
Equipamentos para experimentos em fase gasosa.....	137
Frasco medidor de volume de gases.....	137
Sistema alternativo de filtração a vácuo	138
Furador de rolhas	139
Modelo para representação de moléculas.....	140
Referências	142
Sobre a origem do livro "Vamos ao laboratório?"	147

PREFÁCIO

Com muita satisfação, apresento o livro *Vamos ao laboratório? Experiências de Química para o Ensino Médio*, dos professores Luis Antônio Ortellado Gómez Zelada e Hélio Siqueira Aidar. Ao receber o convite para ser um dos seus primeiros leitores, fiquei lisonjeado e, ao mesmo tempo, contente por perceber a preocupação dos autores com relação à presença da experimentação nas aulas de química da educação básica brasileira.

A experimentação em Química tem sido apontada, pelos diferentes atores do cotidiano escolar e acadêmico, como fundamental para o processo de ensino-aprendizagem dessa ciência. Todavia, a realidade nas escolas é outra: espaços laboratoriais sucateados, armazenamento inadequado de reagentes, falta de materiais e recursos para os experimentos, estrutura pedagógica que não contempla a possibilidade de atividades experimentais, dentre outros fatores que dificultam a implementação de práticas didático-pedagógicas cujo foco esteja na experimentação.

Tais fatores, ligados à fragilidade da formação docente, têm sido determinantes no abandono das práticas experimentais na escola. Contudo, é necessário repensarmos a posição da experimentação nos fazeres educacionais e nas aulas de química. Enquanto a escola e seus docentes entenderem a experimentação como uma metodologia ou simples recurso didático, obviamente poderá ser abandonada, pois os docentes poderão furta-se ao uso desse recurso.

Em outra vertente, a experimentação deveria ser elevada ao *status* de conteúdo químico, necessário à aprendizagem dessa ciência. Nesse sentido, mais do que uma metodologia ou recurso a ser escolhido pelos professores, a experimentação ocupará um lugar privilegiado nas atividades e estratégias didáticas praticadas nas aulas de química, sendo, portanto, imprescindível sua presença.

Incorporar essa perspectiva nas escolas seria modificar as concepções dos docentes e de seus formadores sobre a própria experimentação, sobre sua importância na escola e sobre seu lugar junto aos conteúdos. Mais do que uma abordagem, será fulcral os professores compreenderem que a Química é aprendida pelos alunos quando esses participam do processo de testagem, elaboração e execução de atividades práticas.

Para tanto, esses docentes deverão recorrer a dispositivos didáticos que possam auxiliá-los em sua capacidade propositiva de mobilizar saberes relacionados ao ensino de Química e à experimentação escolar nessa disciplina. Eis a importância desta obra, que pretende auxiliar os professores na implementação de atividades experimentais nas escolas do país, tendo em vista o pequeno número dessas atividades nos livros didáticos e, também, tendo em vista a escassez de materiais que possam dar subsídios aos docentes para realizar tais atividades.

Os experimentos aqui propostos foram minuciosamente preparados considerando a realidade escolar e a especificidade da Química. Nesse sentido, os autores elaboraram os roteiros, realizaram os diversos experimentos, testaram e avaliaram sua possibilidade metodológica e financeira, bem como a sua adequação aos programas de Química da Educação Básica.

As atividades estreitam-se com as principais diretrizes da proposta curricular do ensino de Química do Brasil, considerando, para isso, a possibilidade real de sua execução e a viabilidade de obtenção do material a ser empregado no trabalho do professor. Para tanto, aliou-se a longa experiência dos autores, tanto na Educação Básica quanto na universidade, para produção deste material, cujo olhar voltou-se para as contribuições possíveis à escola e à educação química praticada no Brasil.

Nesse sentido, os autores propõem atividades que podem ser realizadas na escola – mesmo que ela não tenha um laboratório estruturado para esse fim – com a escolha e utilização de materiais acessíveis e roteiros adequados ao nível da aprendizagem dos alunos da educação básica. Outro item verificado na leitura foi a preocupação que dela emerge quanto à manipulação dos materiais, alertando para os riscos químicos do uso e, também, optando por reagentes mais adequados ao contexto da Educação Básica.

Todavia, esta obra não pretende esgotar a riqueza das possibilidades da abordagem experimental na educação básica, nem, tampouco, ser o único material de acesso aos docentes. Ao contrário, oferece uma contribuição aos professores de Química no tocante ao seu fazer didático e ao gerenciamento do cotidiano de suas aulas, uma vez que fornece um conjunto de atividades estruturadas na forma de roteiros experimentais os quais podem ser incorporados às aulas de Química.

Espero que esta obra incentive os docentes a rever sua prática em sala de aula em relação à experimentação em Química e, também, provoque uma mudança em suas concepções sobre a realização das atividades experimentais e sua posição no contexto da Química presente nas escolas brasileiras.

Prof. Hélder Eterno da Silveira

APRESENTAÇÃO

Tem sido observado pelos autores, até o presente momento, que existe certa dificuldade dos professores do ensino médio em abordar a parte experimental da Química. Em consequência, eventualmente seus alunos deixam de aprender essa importante parte do conteúdo. Tal lacuna torna-se muito grave quando se trata de uma disciplina expressivamente experimental como é a Química.

Essa deficiência está relacionada, em parte, à carência de equipamentos de laboratório de Química e de espaço físico adequado para essas atividades, por vezes, até inexistente. Os elevados custos de infraestrutura dessa natureza têm sido, frequentemente, o motivo para a ausência das aulas práticas de química.

Contudo, a presença da parte experimental no ensino de Química pode tornar a disciplina agradável e de mais fácil compreensão, além de proporcionar um aprendizado desse mister mais completo.

Outro aspecto dessa carência diz respeito à necessidade de se contar com *textos de Química Experimental* que se adequem aos programas teóricos atuais de Química de Ensino Médio e que possam ser utilizados levando-se em consideração as condições limitadas na maioria das escolas. Contrastando com essa realidade, encontra-se disponível no mercado um grande número de obras de elevada qualidade relacionadas à parte teórica da Química.

Dessa forma, desenvolvemos um material que permite suprir essa necessidade de complementar a abordagem da Química nas escolas reunindo, inclusive, algumas práticas já publicadas. Não foi nossa intenção exaurir os assuntos pertinentes à Química Experimental do ensino médio. Entretanto, foi uma preocupação fundamental a acessibilidade dos meios para a execução das práticas propostas neste texto.

Considerando a existência de escolas com reduzidos meios de infraestrutura, inclusive as mais afastadas dos grandes centros, foram desenvolvidas experiências que utilizam materiais alternativos e reagentes simples e de fácil acesso.

Por essa razão, encontram-se descritos, em anexo, os procedimentos para confeccionar alguns equipamentos de simples execução necessários à realização de algumas experiências, bem como locais onde podem ser adquiridos os componentes para a montagem desses equipamentos a um baixo custo.

Nesses casos, caberá ao docente interessado a eventual preparação ou confecção desse material de apoio que irá possibilitar a execução dessas experiências. Por esse motivo, as experiências apresentadas neste texto foram executadas, cuidadosa e repetidamente, de modo a serem aperfeiçoadas e, ainda, verificar sua exequibilidade nas condições propostas, senão a utilidade desses roteiros seria limitada.

Por outro lado, tomou-se o cuidado de apresentar experiências que possam ser desenvolvidas em tempo adequado àquele disponível nos programas escolares, visando ao mesmo tempo ao aspecto de segurança em laboratórios de Química.

ESTRUTURA DO TEXTO

As experiências são agrupadas em três áreas da Química: Química Geral e Inorgânica, Físico-química e Química Orgânica, de acordo com a sua natureza, de modo a atender os programas curriculares típicos do ensino médio.

Os roteiros das experiências são apresentados a partir de uma breve introdução com temas de conhecimento universal e inerentes ao assunto abordado, seguindo-se uma estrutura típica que inclui o objetivo da experiência, materiais e reagentes empregados, o procedimento experimental, alguns usos e aplicações dos conceitos envolvidos na experiência, uma leitura sugerida relacionada ao tema, um breve tópico “saiba mais...” e um questionário correlato.

Para tornar a leitura mais atrativa e agradável, tratou-se de apresentar cada experiência com profuso material ilustrativo, incluindo fotos, tabelas, gráficos e desenhos. Muito do material foi extraído de matérias publicadas em jornais, revistas ou em sítios da Internet. Outra parte desse material visual foi produzida pelos próprios autores.

MATERIAL DE APOIO AO USUÁRIO

Com o objetivo de facilitar o acesso às informações importantes relacionadas às experiências, encontram-se apresentados, ao final deste livro, os seguintes tópicos:

- *Alguns materiais e equipamentos de laboratório* – cada um deles é apresentado com sua respectiva utilização no laboratório.
- *Alguns ícones empregados em frascos de reagentes* – mostrando o significado desses ícones.
- *Formas de intoxicação por produtos químicos* – apresentando as principais formas de absorção de substâncias tóxicas frequentemente usadas em laboratório.

➤ *Normas de segurança em laboratório* – reúne algumas diretrizes de comportamento em laboratório, visando minimizar riscos de acidentes.

➤ *Periculosidade e toxicidade de reagentes* – apresenta as características e os cuidados a serem tomados no uso dos reagentes empregados nas experiências deste livro.



Quando o leitor se depara com este ícone (em tamanho reduzido), deve procurar as informações contidas na seção Periculosidade e toxicidade de reagentes.

Material de apoio ao professor

Constam no material de apoio as seções descritas no final do livro sob a forma de anexos:

➤ *Onde encontro?* – objetivando localizar insumos empregados.

➤ *Materiais alternativos de apoio* – são apresentados alguns artigos facilmente localizados que podem ser empregados em substituição a equipamentos típicos de laboratório.

➤ *Montagens de equipamentos alternativos* – nesta seção, são descritos os procedimentos para confeccionar equipamentos, empregando materiais alternativos de fácil acesso e baixo custo.

Além disso, encontram-se disponíveis, em DVD, filmes de algumas das experiências, mostrando detalhes importantes que devem ser levados em consideração durante a execução dessas experiências pelos alunos. Esse DVD foi desenvolvido como material de apoio para uso exclusivo do professor.

Agradecimentos

Os autores agradecem

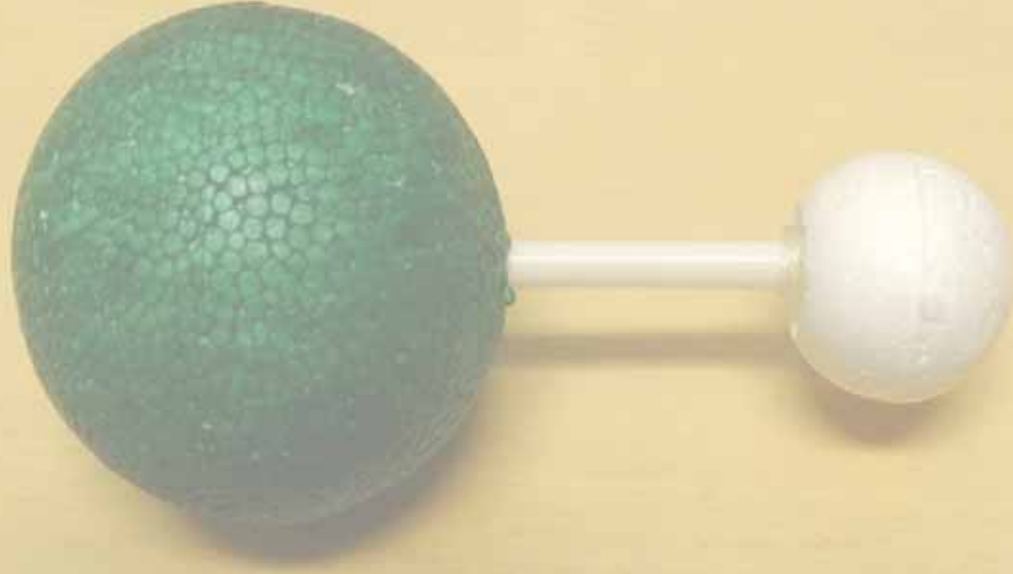
➤ Ao Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia pelas facilidades disponibilizadas pelo Laboratório de Alto Risco (LAR), onde foram desenvolvidas e testadas exaustivamente as experiências propostas neste texto.

➤ À Escola Marista de Uberlândia onde foram aplicadas as experiências deste livro.

➤ Aos alunos do ensino médio da Escola Marista de Uberlândia, que participaram das aulas práticas em que foram testados os parâmetros reais de várias das experiências apresentadas.

➤ Aos revisores deste livro, Hélder Eterno da Silveira, Denise Galhardi Rodrigues de Oliveira Cruz e àqueles determinados pela Editora da Universidade Federal de Uberlândia – EDUFU, que permitiram aperfeiçoar a presente edição.

➤ Por fim, às nossas famílias, pela paciência e o abandono aos sábados em que este livro foi desenvolvido.



PARTE I

QUÍMICA GERAL E INORGÂNICA



01

MISTURAS HOMOGÊNEAS E HETEROGÊNEAS



Misturando-se quantidades apropriadas de café solúvel, achocolatado ou chocolate em pó, açúcar e leite em pó, pode-se preparar o cappuccino. À uma porção dessa mistura, acrescenta-se água quente para obtermos a bebida com esse mesmo nome. Pode-se adicionar, a gosto do apreciador, creme de leite ou chantilly.



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 1g (1 colher rasa de café)

QUANTIDADE POR PORÇÃO

Sódio	196mg
Potássio	260mg
Iodo	35µg

O Sal light consiste em uma **mistura** de cloreto de sódio e cloreto de potássio sólidos, acrescentado de iodato de sódio. Esse último componente é adicionado para combater o bócio.

Fonte: adaptado Grings (2015).

Os materiais acima apresentados são exemplos de combinações de vários componentes. Esse procedimento de misturar ingredientes comestíveis é típico do preparo de alimentos tanto na indústria alimentícia como em nossos lares.

A cozinha de nossas casas é um verdadeiro laboratório onde podemos produzir várias misturas como: sucos, patês e temperos, dentre outras.

Além dos alimentos, as misturas estão presentes em toda parte. Você mesmo, leitor, pode fazer uma lista de misturas sólidas, líquidas e gasosas.

Como exemplo, o asfalto, uma **mistura sólida** empregada para recobrimento de autoestradas, ruas e avenidas e das pistas de pouso e decolagem dos aeroportos.



Misturando o suco de limão, água e temperando com açúcar e essência de baunilha, obtemos uma deliciosa limonada.

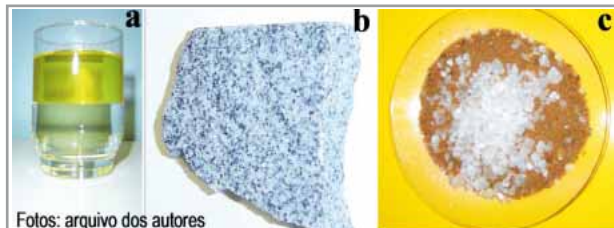


O asfalto, como o da foto ao lado, constitui-se em uma mistura de pedra britada e resíduo da destilação fracionada do petróleo, definido como piche ou betume de petróleo.

Ou a gasolina, uma **mistura líquida** constituída de várias substâncias denominadas de hidrocarbonetos, acrescida de aditivos como o álcool anidro.

Ou o gás de cozinha, também constituído de hidrocarbonetos e substâncias que causam odor desagradável para prevenir acidentes como explosões.

Apresentamos a seguir alguns materiais classificados como misturas, presentes em nosso dia a dia:



Fotos: arquivo dos autores

(a) Água e óleo, (b) granito e (c) areia e sal grosso constituem alguns exemplos de misturas.



Fotos: arquivo dos autores

(d) Detergente, (e) adoçante e (f) soro fisiológico são também exemplos de misturas.

Esses dois grupos de misturas mostrados acima apresentam naturezas distintas no que se refere à distribuição de seus componentes. Essas e outras misturas poderão ser devidamente classificadas após uma análise da forma com que seus componentes estão dispostos no material.

OBJETIVO DA PRÁTICA: produzir e classificar misturas de diferentes naturezas.

MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, água, álcool comum¹, gasolina¹ (opcionalmente pode-se substituir a gasolina por óleo de soja ou vaselina líquida¹), sal de cozinha (NaCl), areia e óleo.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Tubo 1: pode ser usado como material de limpeza ou descartado na pia.
Tubo 2: a gasolina desse pode ser usada na EXPERIÊNCIA 37.
Tubo 3: descarte diretamente no solo.
Tubo 4: lave com água e descarte a areia no solo.
Tubo 5: filtre* o álcool e descarte o sal de cozinha na lixeira.
Tubo 6: filtre* e descarte o sal na lixeira. A gasolina pode ser usada na EXPERIÊNCIA 34.
 * use filtro de papel para café

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Enumere três tubos de ensaio e coloque neles um pouco dos componentes conforme mostrado na tabela ao lado.
- Tampe com uma rolha e agite de maneira suave.
- Deixe descansar por 3 minutos e observe.
- Classifique as misturas resultantes como homogêneas ou heterogêneas e anote na tabela acima, indicando também o número de fases de cada mistura.

TUBO	MISTURA	CLASSIFICAÇÃO	Nº DE FASES
1	Água e álcool		
2	Água e gasolina		
3	Água e areia		
4	Areia e sal de cozinha		
5	Álcool e sal de cozinha		
6	Gasolina e sal de cozinha		

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- **Soluções:** preparação de alimentos e remédios (soro caseiro, solução de iodo), refrigerantes e bebidas em geral, misturas gasolina/álcool, ligas metálicas (bronze, latão, aço e ouro 18 quilates dentre outras).
- **Suspensões e emulsões:** preparação de alimentos e remédios (leite de magnésia, vermífugos), leite, sucos em geral, maionese, tintas, líquido corretor de texto.

LEITURA RECOMENDADA



Tintura de iodo e água oxigenada são exemplos de misturas homogêneas.

Misturas

As misturas são de dois tipos: heterogêneas e homogêneas. Uma *mistura heterogênea* tem composição não uniforme; pequenas amostras dessa mesma mistura poderão ter composições diferentes e, portanto, propriedades físicas e químicas diversas. Muitos materiais podem ser classificados como misturas heterogêneas à base de uma observação relativamente superficial. Assim, uma inspeção visual de um granito permite reconhecer a presença de componentes individuais distintos*; isso sugere a sua classificação no grupo das misturas (sólidas) heterogêneas. Uma *mistura homogênea* tem composição uniforme, mas pode ser separada, sem transformação química, em duas ou mais substâncias diferentes.

À primeira vista, misturas homogêneas podem parecer substâncias puras, por serem constituídas de duas ou mais substâncias tão intimamente misturadas que não mais são reconhecíveis individualmente. As misturas homogêneas são designadas como *soluções*, sendo sólidas, líquidas ou gasosas. As diferentes substâncias que constituem uma solução podem ser separadas sem recurso a uma reação química. A água salgada é um exemplo de mistura homogênea (solução); dela se pode recuperar o sal por simples evaporação da água.

Fonte: *Química*; J. V. Quagliano e L. M. Vallarino, págs. 8 e 9.

* o quartzo, a mica e o feldspato são os componentes do granito.

Saiba mais...

A mistura em que seus componentes podem ser distinguidos é denominada de **mistura heterogênea**, e possui uma superfície de separação entre seus componentes, denominada de **interface**.

Por outro lado, quando na mistura não ocorre distinção de seus componentes, essa é denominada de **mistura homogênea**, não apresentando, portanto, interface. Em qualquer ponto de uma mistura homogênea, as suas propriedades são as mesmas, fato esse decorrente da uniformidade do material.

As misturas homogêneas são também denominadas de **soluções** e são monofásicas, ao contrário das misturas heterogêneas, chamadas também de **emulsões** e **suspensões**, que são polifásicas.

QUESTÕES

1. Com base na LEITURA RECOMENDADA, explique como distinguir uma *substância* de uma *solução*.
2. Por que o álcool usado como combustível é uma mistura homogênea? De que é constituído?
3. O leite é uma mistura homogênea ou heterogênea? Justifique.
4. O que é **fase** de um sistema?
5. Classifique as misturas abaixo em homogênea ou heterogênea:

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| a) liga de ouro 18 quilates | e) ar atmosférico |
| b) água com açúcar | f) vinagre |
| c) óleo e água | g) água potável |
| d) óleo e gasolina | h) salmoura |



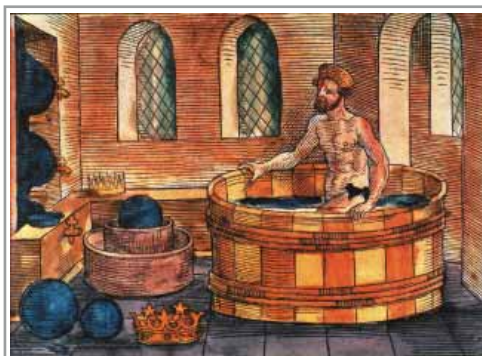
6. Considere uma pessoa que consuma 20 gramas dessa manteiga por dia. Determine a quantidade de sódio que irá consumir diariamente somente por causa desse alimento.

DENSIDADE DOS MATERIAIS

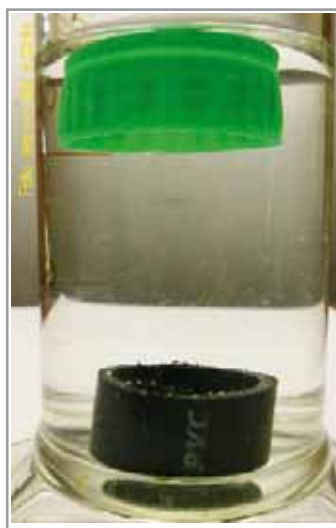
Desconfiado de que o ourives fabricara sua coroa com certa quantidade de prata, o rei de Siracusa, na Grécia, solicitou ao matemático e inventor Arquimedes a elucidação do caso, sem destruir a coroa. Como?

Certa vez, ao tomar banho, Arquimedes percebeu que o deslocamento do volume de água de sua banheira correspondia ao volume do seu corpo submerso. Tão empolgado ficou que saiu nu às ruas anunciando a descoberta, que viria a ser enunciada como o **princípio de Arquimedes**. A aplicação desse princípio desvendou o mistério da coroa do rei.

A **densidade** constitui-se em uma importante propriedade da matéria que relaciona a sua massa e o seu volume. Podem-se verificar alguns aspectos relacionados com essa propriedade física. Observe as situações que se seguem nas imagens abaixo:



Arquimedes no banho, ilustração do século XVI que evoca o célebre episódio em que, ao solucionar o problema da composição da coroa do rei Hierão, sai do banho gritando: "Eureka! Eureka!"
Fonte: Chassot (1994, p.49).



Tampinha verde de garrafa plástica de Polietileno (PEAD) flutua sobre a água dentro de uma proveta. No fundo da proveta, uma seção de tubo preto em policloreto de vinila (PVC). O comportamento destes materiais está relacionado às densidades dos mesmos e ao meio em que se encontram. Quando estes materiais são despejados incorretamente em lagos e rios, principalmente, poderão poluir a superfície e o leito destes corpos de água. Também animais deste habitat morrem eventualmente pela ingestão destes materiais quando confundidos com alimentos.



Embarcações tentam conter a mancha de óleo que vazou da plataforma P-7 da Petrobrás, na bacia de Campos.

Fonte: Clemente (2001b).

OBJETIVO DA PRÁTICA: determinar experimentalmente a densidade de alguns sólidos e soluções.

MATERIAIS E REAGENTES: proveta, paquímetro (ou régua), balança, água, sal de cozinha (NaCl) e amostras de metais.



Paquímetro de plástico para uso escolar.



Materiais empregados

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

ETAPA 1

- Utilizando a balança e uma proveta, verifique a massa de 10 mL de água destilada. Determine a densidade da água.
 - Em seguida, adicione 2 g de NaCl. Anote a massa e o volume da salmoura. Determine sua densidade.
- Anote os dados obtidos na tabela ao lado.

ETAPA 2

- Com um paquímetro, calcule o volume de uma amostra de um metal de **formato regular** (cúbica, cilíndrica ou esférica, por exemplo) que lhe será fornecida.
- Verifique a massa da amostra, calcule sua densidade e anote na tabela ao lado.
- Compare essa densidade com a do valor da tabela da página seguinte.

ETAPA 3 ...usando o princípio de Arquimedes.

- Com uma balança, verifique a massa de uma amostra de metal de **formato irregular**.
- Introduza-o em uma proveta com água e anote o volume de água deslocado. *Tal volume corresponde ao da amostra.*
- Determine a densidade desse metal e anote na tabela ao lado.

ETAPA 4 ...usando o princípio de Arquimedes.

- Repita o procedimento da **Etapa 3** para o metal de **formato regular** cuja densidade foi determinada conforme a **Etapa 2**.
- Determine e compare o valor agora encontrado com o da tabela da página seguinte e o valor determinado na **Etapa 2**.
- Compare a precisão dos métodos usados nas **Etapas 2 e 4**.

MATERIAL	DENSIDADE (g.mL ⁻¹)
Água (etapa 1)	
Salmoura (etapa 1)	
Amostra (etapa 2)	
Amostra (etapa 3)	

DESCARTE DE RESÍDUOS
Salmoura: pequenas quantidades de salmoura podem ser descartadas diretamente na pia do laboratório.
Peças metálicas: devem ser guardadas para reutilização.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Um critério de qualidade na captação do leite *in natura* é a sua **densidade**, medida com um densímetro.
- O congelador das geladeiras encontra-se na parte superior do aparelho. Devido à sua maior densidade, o **ar frio** desce distribuindo-se no interior do aparelho, causando o resfriamento dos alimentos.



Balões usam **ar quente** para ascender devido à menor densidade do ar aquecido em relação ao ar frio.
Foto: Força Jovem Jacareí (2015).

- Nos **balões**, a densidade do ar quente em seu interior é menor que a do ar atmosférico, propiciando a sua ascensão. O gás hidrogênio, menos denso que o ar, já foi largamente utilizado para essa finalidade nos dirigíveis “Zeppelin”, mas, por ser inflamável, foi substituído pelo gás hélio, que não apresenta risco de explosão.



As águas do mar Morto, situado entre a Jordânia e Israel, apresentam de 30 a 35g de sais por 100 mL, o que lhe confere uma elevada **densidade**, dificultando o afundamento do corpo humano.
Fonte: Mar Morto (2015).



Imagem de **densímetros** usados na medição da densidade (massa específica) de líquidos, normalmente medida em $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. A densidade é um parâmetro utilizado para inferir a composição de líquidos e misturas como: combustíveis, leite e soluções salinas em geral.
Foto: equipe dos autores

LEITURA RECOMENDADA

Mais sobre Arquimedes

Arquimedes (287-212 a.C.), matemático, engenheiro, físico, considerado o maior geômetra dos tempos antigos, nasceu em Siracusa, mas muito jovem foi a Alexandria estudar com Euclides. Ao regressar a sua pátria dedicou-se aos estudos científicos, realizando inúmeras descobertas: calculou a relação entre um círculo e seu diâmetro - pi - com uma precisão sem precedentes. Atribui-se a ele a invenção do parafuso sem fim, do parafuso oco, das roldanas (demonstrando como sozinho poderia puxar um navio de três mastros para a praia), da roda dentada, da esfera móvel, e o estabelecimento do princípio da alavanca (“dai-me uma alavanca suficientemente grande e um ponto de apoio e eu levantarei o mundo!”) e das leis da hidrostática.

Quando os romanos atacaram Siracusa, Arquimedes assumiu a de-

fesa da cidade. Resistiu durante três anos aos exércitos invasores comandados por Marcelo, construindo máquinas para arremessar flechas e pedras a grandes distâncias. Há referências de que, por meio de espelhos e lentes, teria incendiado os navios inimigos. Os romanos conseguiram entrar de surpresa na cidade e conta-se que Arquimedes, que estava sentado na rua, resolvendo um problema de geometria, foi morto por um soldado que, sem saber, deixou de cumprir a ordem de poupar o sábio dada por Marcelo. Esse, como homenagem, mandou erguer um mausoléu, no qual foi colocada uma esfera inscrita num círculo, com os números que exprimem a relação entre essas duas figuras geométricas.

Fonte: Chassot (1994, p.49-50).

Saiba mais...

Sob condições fixas de temperatura e pressão, a densidade de um material é uma propriedade que não sofre variação, qualquer que seja a sua quantidade. Dessa forma, considerando-se a densidade do mercúrio, por exemplo, igual a $13,6 \text{ g/cm}^3$, a 0°C e 1 atmosfera, qualquer quantidade do metal em questão terá a mesma densidade, a uma dada temperatura.

Define-se **densidade** como a relação entre a massa e o volume de um determinado material: $d = \text{massa/volume}$. Ao lado, são apresentadas as densidades de alguns materiais, em $\text{g}\cdot\text{cm}^3$, a 25°C e a 1 atmosfera.

DENSIDADE DE ALGUNS MATERIAIS	
MATERIAL	DENSIDADE ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
Gelo (a 0°C)	0,92
Água	1,00
Ferro	7,87
Cobre	8,96
Alumínio	2,7
Mercúrio	13,6
Chumbo	11,35
Prata	10,50
Ouro	19,30

QUESTÕES

1. Por que o chumbo, e não o alumínio, é utilizado em pescaria e em munições?
2. Explique uma maneira de você determinar a densidade de seu corpo.
3. Qual a massa de 500 cm^3 de ferro? E do mesmo volume de chumbo?
4. O que ocorre com a densidade do leite ($1,032 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, em média) se a ele adicionarmos água? E, se acrescentarmos água ao etanol ($0,789 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), o que ocorre com a densidade da mistura resultante?

03

DESTILAÇÃO SIMPLES

Desenvolvida pelos alquimistas e ainda pelos fabricantes de aguardente e afins como uma arte, a destilação foi amplamente utilizada para a “purificação” dos materiais. Era tratada de maneira filosófica e divina, pois, para os antigos, subtraía o puro do impuro. A obtenção de essências, perfumes e medicamentos era efetuada por meio do desenvolvimento da técnica de destilar. Os árabes proporcionaram um impulso nessa arte ao extrair essências de diversas flores.

Na natureza, o processo de destilação simples da água acontece em escala macroscópica por intermédio da vaporização das águas superficiais (rios, mares, lagos etc.), que condensam na forma de nuvens inicialmente, transformando-se a seguir, especialmente, em chuva.

OBJETIVO DA PRÁTICA: separar a água, por destilação simples, de uma solução.

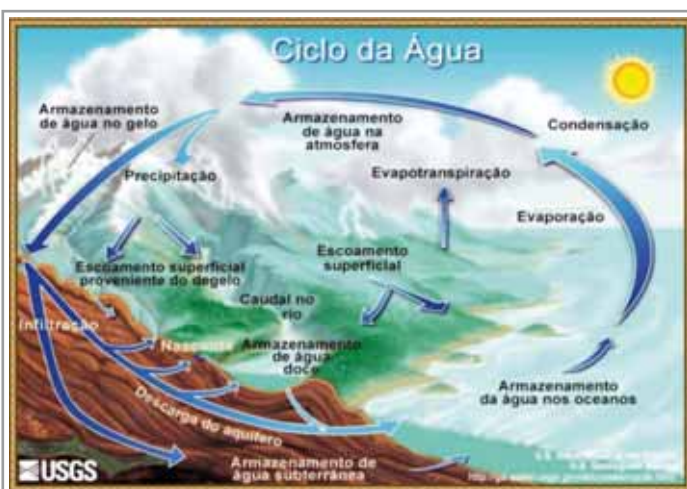
MATERIAIS E REAGENTES: balão de destilação com saída lateral, condensador, termômetro, pedras de ebulição (fragmentos de porcelana), bico de Bunsen, banho de aquecimento (de óleo, por exemplo), solução aquosa de sulfato de cobre¹, frasco coletor.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Monte a aparelhagem de acordo com o esquema ao lado (outra montagem está descrita na seção **Montagem de equipamentos com materiais alternativos**).
- Com a ajuda de um funil simples, introduza a solução a ser destilada no balão de destilação, reservando um pequeno volume para comparação ao final da destilação.
- Coloque alguns fragmentos de porcelana (3 ou 4 serão suficientes) no balão de destilação.
- Aqueça cuidadosamente e constantemente a solução no balão de destilação.
- Verifique periodicamente a temperatura indicada nos termômetros do banho e do destilador durante a destilação.
- Recolha o destilado no frasco coletor durante a destilação.
- Pare o processo quando restar um pequeno volume no balão de destilação.
- Observe se houve separação dos componentes, comparando o líquido obtido com a solução original reservada.

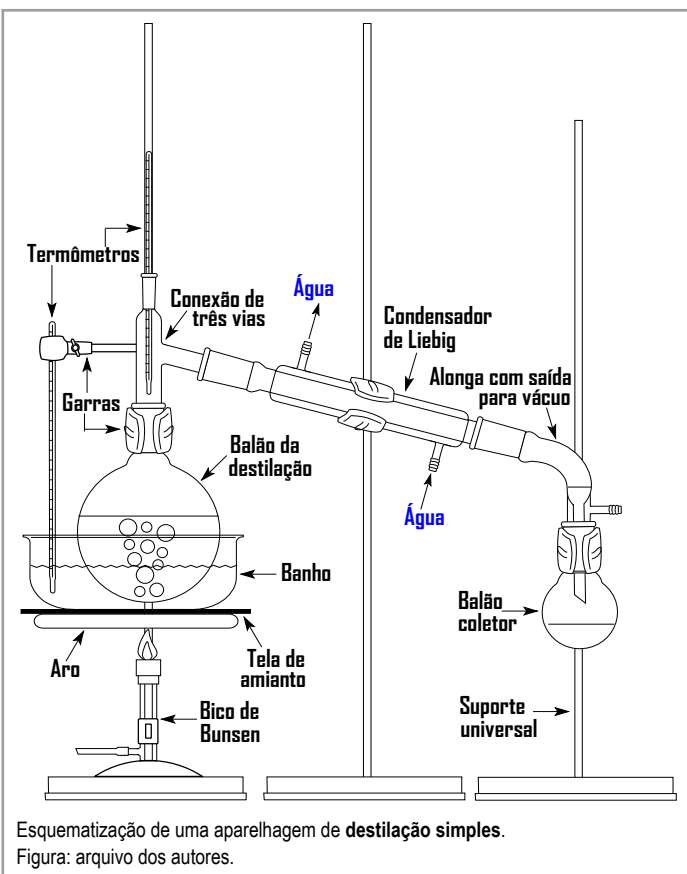


Retirando **água pura** da chaleira de vidro. Ferver a água (figura 1), aguardar a condensação dos vapores na tampa da chaleira (figura 2) e, finalmente, coletar o líquido condensado na tampa (figura 3) para posteriormente transferir esse líquido para um outro recipiente de sua conveniência. A água, assim obtida, é a água destilada, que é isenta dos sais minerais originalmente contidos na água potável de dentro da chaleira.



Ciclo da água na natureza: uma **destilação** em macroescala.

Fonte: Ciclo hidrológico (2015).



Esquematização de uma aparelhagem de **destilação simples**.

Figura: arquivo dos autores.

DESCARTE DE RESÍDUOS
Solução de sulfato de cobre: reserve para reutilização.
Pedras de ebulição: devem ser guardadas para reutilização.
Água destilada: deve também ser guardada para reutilização.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



Um grupo de pesquisadores da Universidade Católica do Chile instalou redes de náilon em Chugungo, litoral norte do Chile. Em contato com elas, a neblina forma gotículas por **condensação**, que são levadas por canos até a caixa-d'água da cidade, chegando a coletar 40.000 litros de água/dia.

Fonte: Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada (2009).

- Na obtenção de **água destilada**, que é muito utilizada em laboratórios químicos como solvente na preparação de soluções aquosas.
- Produção de **bebidas alcoólicas destiladas** como: a cachaça, a *vodka*, o conhaque, o rum e o *whisky*.
- **Separação ecológica** do mercúrio do amálgama (liga metálica de mercúrio) com o ouro.



Dessalinizadores termossolares instalados em Ouro Branco-AL, com capacidade de até 600 litros/dia, em épocas de maior incidência solar. Cada módulo mede 2 x 30 metros. Nesse projeto, foi usada uma tecnologia antiga com novos materiais, ou seja, o vidro utilizado em projetos anteriores foi substituído por uma película plástica resistente a raios ultravioletas.

Fonte: Instituto Eco Engenho (2015).



Destilador de água usado para suprir a demanda em diferentes tipos de laboratórios.



Sistema de destilação simples típico de laboratório. A técnica consiste na separação de misturas homogêneas constituídas, em geral, de sólido e líquido. Fundamenta-se na elevada diferença entre os pontos de ebulição de seus constituintes, de maneira que o aquecimento da mistura provoca a evaporação dos voláteis. A condensação ocorre quando o vapor passa no condensador, sendo o líquido coletado a seguir.

LEITURA RECOMENDADA

Algumas reminiscências

A idéia da destilação como processo que permite extrair as 'virtudes' dos materiais aparentemente continua a vigorar ainda hoje, quando se fala, por exemplo, em 'extrair essências'. Mas essa expressão pode ser considerada apenas um vestígio, uma remota lembrança que ficou dos 'espíritos', 'virtudes' ou 'quintessências' que faziam parte das concepções alquímicas/químicas elaboradas no passado. Há ainda outros termos de uso corrente que também trazem em si reminiscências de concepções hoje abandonadas. Um exemplo é a palavra inglesa *whisky*, derivada de *usquebaugh*, que significa literal-

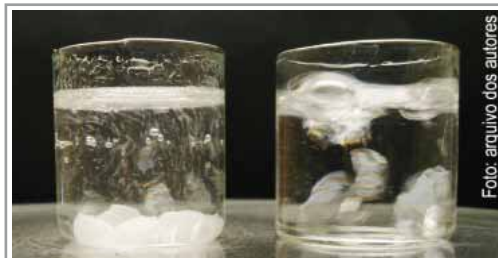
mente 'água da vida', ou seja, *aqua vitae*.

Entretanto, a destilação, enquanto processo de laboratório, não é só uma reminiscência. De fato, essa arte, talvez tão antiga quanto a própria alquimia, sobreviveu ao abandono daquela forma ancestral de investigação da matéria, estando ainda hoje presente em laboratórios e indústrias químicas. Porém, a destilação foi incorporada pela química moderna apenas enquanto técnica e passou a ser interpretada dentro de uma outra concepção de natureza e de ciência.

Fonte: Beltran (1996).

Saiba mais...

Na imagem da chaleira mostrada no início da página anterior, a água é vaporizada a partir do seu aquecimento e os vapores ascendem acima da superfície do líquido até chegar à tampa da chaleira. Pode-se encostar uma pedra de gelo na superfície da tampa, retirando o calor nesse local, obrigando os vapores a condensar. Esse procedimento permite recolher separadamente o líquido condensado na tampa da chaleira. No laboratório e nas indústrias, esse procedimento é realizado com equipamentos específicos para cada caso.



Água em ebulição; as pedras de ebulição (esquerda) geram bolhas menores, permitindo ebulição mais suave que no frasco da direita. Isso é essencial para uma destilação bem sucedida. A formação de bolhas na superfície das pedras de ebulição ocorre facilmente porque os sólidos se aquecem mais que os líquidos, nos quais parte da energia do aquecimento é empregada no deslocamento das moléculas, aumentando a energia cinética dessas moléculas. Fragmentos de matérias inertes como quartzo ou porcelana são apropriados para esse fim.

5. Para que servem as pedras de ebulição?

QUESTÕES

1. Qual a evidência de que a água está sendo separada do sal no experimento realizado?
2. Por que não se utiliza destilação simples para se obter sal a partir da água do mar?
3. Pesquise o que pode causar ao organismo a ingestão de água destilada.
4. Quais as origens da técnica de destilação?

DESTILAÇÃO FRACIONADA

Possivelmente você já ouviu falar em destilaria de álcool ou em refinaria de petróleo. Tanto em destilarias como em refinarias é empregada a técnica da destilação fracionada para a obtenção de seus produtos. Assim, o álcool comum, encontrado nos supermercados, e o álcool combustível são obtidos por destilação fracionada. O gás de cozinha, a gasolina e o óleo diesel, dentre outros, são derivados do petróleo obtidos pela sua destilação fracionada, realizada nas refinarias.

No Brasil, a partir de meados dos anos 80, ocorreu uma verdadeira corrida à produção de álcool combustível, movida pela elevação do preço do petróleo que levou à implantação do Programa Nacional do Álcool, o **Proálcool**. A produção de carros movidos a álcool cresceu até o ano de 1986. No final da década, ocorreu um colapso no abastecimento de álcool nos postos de combustíveis, fato esse que criou uma desconfiança de toda a população em relação ao carro a álcool, culminando na desativação do Proálcool. No entanto, a partir do início dos anos 2000, o Brasil entrou para a era do carro movido tanto a álcool como a gasolina, em quaisquer proporções. Esse tipo de motor, denominado "flex", passou a ser requisitado pelos consumidores devido ao alto preço do petróleo e a volta da produção de álcool combustível (veja gráfico ao lado). Motores ainda mais versáteis já estão disponíveis com a possibilidade de serem movidos a álcool, à gasolina ou ainda a gás natural, denominado comercialmente de GNV (gás natural veicular).

OBJETIVO DA PRÁTICA: separar a acetona da água por destilação fracionada.

MATERIAIS E REAGENTES: balão de destilação, coluna de fracionamento, condensador, manta de aquecimento (ou banho de óleo*), alonga, frasco coletor, pedras de ebulição (fragmentos de porcelana), mistura de água e acetona (1:1).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Monte o sistema de destilação fracionada como os mostrados abaixo (outra montagem está descrita na seção **Montagem de equipamentos com materiais alternativos**).



Destilação fracionada usando manta de aquecimento.

- Com a ajuda de um funil simples, coloque a mistura água-acetona e 3 ou 4 fragmentos de porcelana no balão de destilação e inicie o aquecimento.
- Observe atentamente as variações de temperatura durante a destilação. Quando a acetona começar a gotejar no frasco coletor, anote a temperatura correspondente.
- Recolha o líquido destilado no frasco coletor

até que a temperatura comece a subir novamente, indicando o final da destilação desse componente.

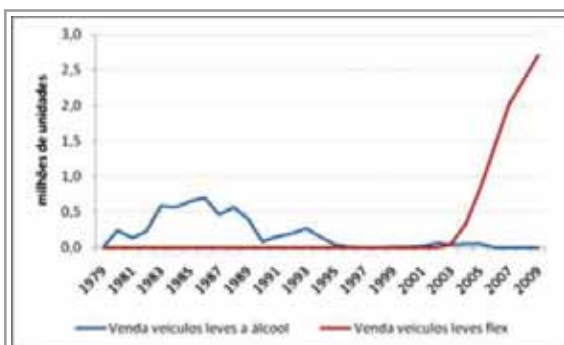
- Desligue o aquecimento e guarde o destilado em um frasco próprio, reservando-o para utilização na Experiência 37.

* Obs.: o banho de óleo oferece maior precisão na separação por destilação fracionada.



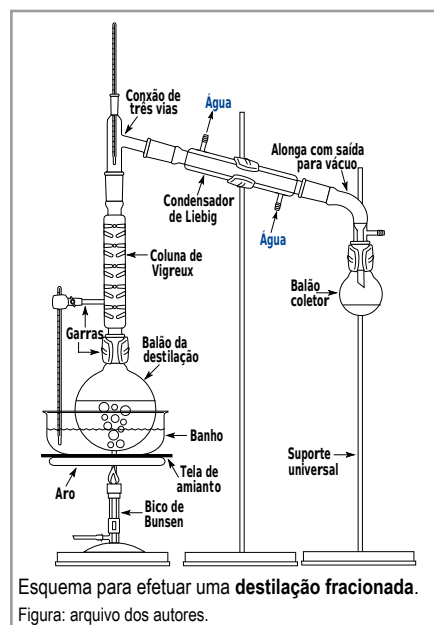
Foto: arquivo dos autores

Combustíveis fornecidos nos postos são obtidos pela DESTILAÇÃO FRACIONADA do fermentado de cana de açúcar (etanol) e do petróleo.



Venda de veículos leves flex-fuel e movidos a etanol (álcool) – elaborado a partir dos dados de venda da Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de veículos automotores).

Fonte: Losekann e Vilela (2010).



Esquema para efetuar uma destilação fracionada.

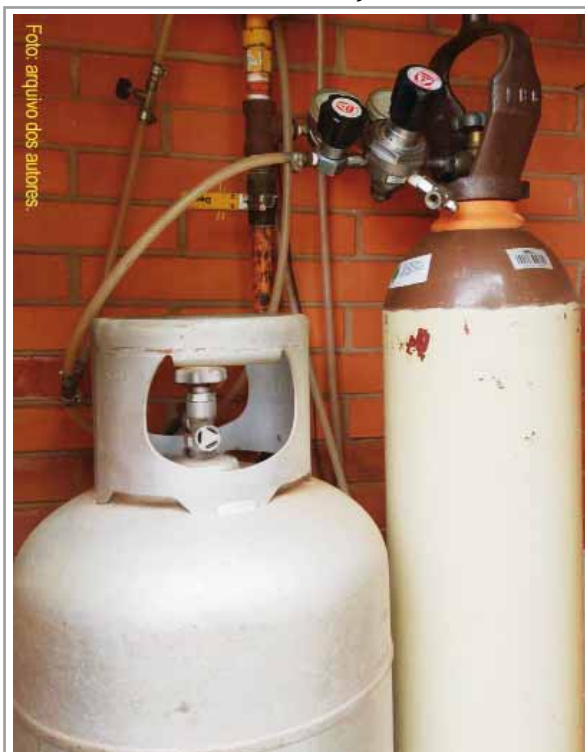
Figura: arquivo dos autores.

DESCARTE DE RESÍDUOS
Acetona destilada: deve ser reservada para reutilização.

Mistura residual de acetona-água: pode ser reservada para reutilização.

Pedras de ebulição: devem ser guardadas para reutilização.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



Nos cilindros acima, empregados em laboratórios de química, estão contidos o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e argônio. O GLP é uma mistura de gases de baixo peso molecular obtida pela DESTILAÇÃO FRACIONADA do petróleo que, por sua vez, é constituído de uma complexa mistura de hidrocarbonetos gasosos, líquidos e sólidos. O argônio é obtido a partir da DESTILAÇÃO FRACIONADA do ar líquido cuja composição é, principalmente, de nitrogênio, oxigênio e gases nobres, dentre os quais o argônio. Neste caso, o ar é purificado, comprimido e resfriado e depois submetido à separação de seus componentes, de acordo com seus pontos de ebulição.

- Separação do **etanol** das misturas empregadas nas destilarias de álcool.
- Separação dos **derivados do petróleo** (gás de cozinha, gasolina, querosene, óleo diesel, dentre outros).
- Obtenção de **nitrogênio** e **oxigênio** a partir do ar atmosférico liquefeito. Observe, na tabela ao lado, os principais componentes do ar atmosférico e seus respectivos pontos de ebulição.

COMPONENTE	TEOR (%)	PONTO DE EBULIÇÃO
Nitrogênio (N ₂)	78,09	- 195,8°C
Oxigênio (O ₂)	20,95	- 182,96°C
Argônio (Ar)	0,93	- 185,7°C

Saiba mais...

A destilação fracionada destina-se a separar os constituintes líquidos de uma mistura homogênea. Numa mistura binária, a separação será mais fácil quanto maior for a diferença entre os pontos de ebulição dos líquidos a serem separados. Essa técnica é desenvolvida com o auxílio de um dispositivo denominado de **coluna de fracionamento** ou **coluna de destilação**, que consiste aqui em um tubo de vidro contendo obstáculos por onde passam os vapores. A coluna de fracionamento é colocada entre o balão de destilação, no qual a mistura é aquecida, e o condensador. Esses obstáculos provocam a condensação dos vapores do líquido de maior ponto de ebulição pela troca de calor, enquanto que os vapores do líquido mais volátil conseguem atingir o condensador. O líquido condensado é recolhido em frasco apropriado. A temperatura da destilação é verificada por meio de um termômetro acoplado ao topo da coluna de fracionamento. Quando um constituinte for totalmente destilado, a temperatura sobe até atingir o ponto de ebulição da outra substância que compõe a mistura, dando sequência à destilação.

LEITURA RECOMENDADA

Os motores de combustão interna

O petróleo, inicialmente, foi utilizado apenas na geração de luz e de calor, em lâmpadas de óleo ou em aquecimento de caldeiras de máquinas a vapor. Entretanto, seu potencial de energia é muito mais elevado que o da lenha ou do carvão. A energia nele condensada pode liberar-se instantaneamente, como na pólvora, produzindo uma explosão com um grande efeito mecânico. Para que isso aconteça, é necessário que ele seja queimado em mistura apropriada com certa porcentagem de oxigênio. Idealizou-se, então, um sistema carburador, isto é, um sistema para pulverizar o combustível líquido, ou melhor, transformá-lo em uma mistura de gotículas com ar, a qual é introduzida diretamente no cilindro, aí sendo comprimida e recebendo uma centelha elétrica que produz a combustão explosiva. Essa explosão impede diretamente o êmbolo ou pistão, o qual, no fim de seu curso, abre a válvula de escape, eliminando os gases queimados, e retorna à situação inicial para a admissão de nova carga de ar e combustível. Dispensam-se, assim, os enormes inconvenientes da presença de uma fornalha, um depósito de água, uma caldeira de pressão. A pressão é obtida diretamente no interior do cilindro pela combustão do petróleo e pela expansão dos gases resultantes.

Os motores a explosão podem funcionar, tanto com combustíveis derivados do petróleo, como a gasolina e o óleo *diesel*, como com álcoois, tais como o etanol e o metanol, obtidos da fermentação e destilação de produtos animais ou vegetais (portanto, biomassa renovável). Nesse caso, existem vantagens adicionais – além do fato de serem renováveis – por produzirem, durante a combustão, menor quantidade de poluentes que o petróleo.

Fonte: adaptado de Branco (1990, p. 40-41).



Carros movidos a gasolina e álcool são impulsionados por motores de **combustão interna**.

QUESTÕES

1. Como evoluiu a temperatura ao longo da destilação fracionada da mistura acetona-água?
2. Quais são os principais produtos separados na destilação fracionada do petróleo e suas aplicações?
3. Como são obtidos os gases puros oxigênio, nitrogênio e argônio a partir do ar?
4. Por que não se consegue, por meio de destilação fracionada, a obtenção do álcool absoluto (álcool anidro)?
5. Cite algumas aplicações do nitrogênio (foto acima) e do oxigênio, obtidos pela destilação fracionada do ar atmosférico previamente liquefeito.

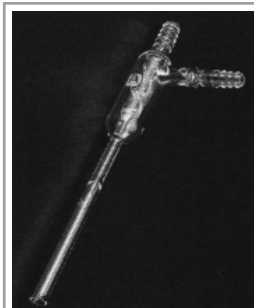


DESTILAÇÃO A PRESSÃO REDUZIDA

Quando uma pessoa faz uma viagem, por terra, a partir da cidade de São Paulo até a cidade de Santos, no litoral, poderá perceber eventualmente que, ao descer a serra, seu ouvido passa a sentir um incômodo zumbido. A razão é simples: a pressão atmosférica no litoral é maior que no alto da serra. Por isso, a pressão provocada pelo ar atmosférico, sobre o ouvido, aumenta quando a pessoa desce ao nível do mar, causando essa sensação.

O nível dos oceanos é convencionado como padrão para referenciar a altitude de qualquer local, não somente no continente como nas profundezas marinhas. Assim, ao nível dos oceanos (comumente, ao nível do mar), a altitude é definida como zero.

A água ferve com maior facilidade em altitudes elevadas. Ao nível do mar, a temperatura de ebulição da água é 100°C. No topo das montanhas, sua temperatura de ebulição é **menor** que 100°C. Dessa forma, na cidade de São Paulo, a água ferve a uma temperatura menor do que na cidade do Rio de Janeiro, que se localiza ao nível do mar. Portanto, podemos afirmar que a baixa pressão atmosférica facilita a passagem do estado líquido para o gasoso, diminuindo a temperatura de ebulição dos líquidos.



TROMPA D'ÁGUA (de vidro) utilizada para produzir **vácuo** em laboratório.
Fonte: Aldrich (1999).

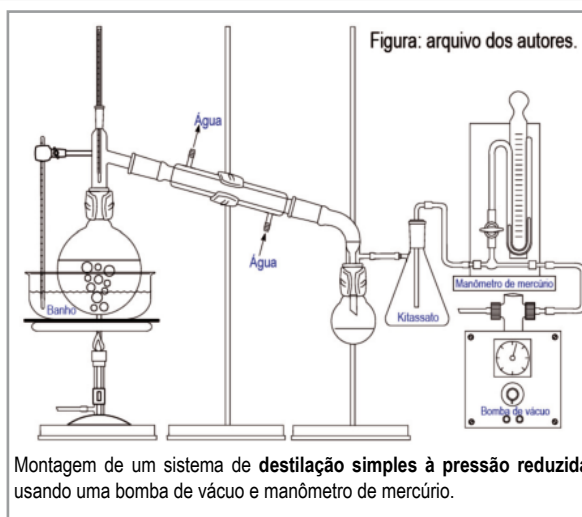
A redução da pressão em um sistema de destilação pode ser obtida por meio de bombas de sucção de ar. No entanto, um método simples e eficiente é a utilização da trompa de água (imagem ao lado), que provoca a queda da pressão pela passagem de um rápido fluxo de água pela trompa. Esse fluxo suga o ar (*efeito Venturi*) da trompa acoplada ao sistema.

OBJETIVO DA PRÁTICA: executar uma destilação a pressão reduzida, observando a mudança da temperatura de ebulição com a variação da pressão.

MATERIAIS E REAGENTES: balão de destilação com saída lateral, condensador, balão coletor, dois termômetros, bacia metálica, rolhas de borracha, kitassato, mangueiras, bico de Bunsen, tripé, tela de amianto, alonga, trompa d'água, pedras de ebulição (cacos de porcelana), solução de água e sulfato de cobre^{II}.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Faça a montagem conforme o esquema ao lado (uma outra montagem está descrita na seção **Montagem de equipamentos com materiais alternativos**).
- Coloque no balão a solução de água e sulfato de cobre e as pedras de ebulição.
- Ligue a circulação de água no condensador.
- Acione o vácuo.
- Inicie o aquecimento da mistura que foi colocada no balão de destilação.
- Anote, no quadro abaixo, a temperatura em que a água estiver sendo destilada e compare com a temperatura de destilação da água na prática de destilação simples sob pressão atmosférica local.
- Ao término da destilação, interrompa o vácuo desconectando a mangueira da alonga sem fechar a torneira. Desligue os demais dispositivos na ordem inversa em que foram acionados.



DESCARTE DE RESÍDUOS

Solução de sulfato de cobre: reserve para reutilização.
Pedras de ebulição: devem ser guardadas para reutilização.
Água destilada: deve também ser guardada para reutilização.



Montagem de uma destilação a pressão reduzida. Observe a saída lateral, depois do condensador, para o kitassato e a trompa d'água.

Obs: 1 – Use fita de teflon (fita veda-rosca) para dar ajuste entre as rolhas esmerilhadas em substituição à graxa para vácuo.

2 – Na falta de juntas esmerilhadas nas vidrarias, conecte-as com rolhas de borracha.

3 – Um kitassato deve ser intercalado entre o sistema e a trompa d'água com a finalidade de evitar o refluxo de água da torneira se houver queda de pressão.

TABELA – TEMPERATURAS DE EBULIÇÃO DA ÁGUA

PRESSÃO	1 atm	LOCAL	REDUZIDA
Temperatura de ebulição da água (°C)	100		

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- A pressão reduzida é normalmente utilizada para diminuir o ponto de ebulição do líquido em uma destilação, seja ela simples ou fracionada. É empregada quando a mistura a ser destilada apresenta substâncias que são degradadas quando expostas a altas temperaturas, como a **essência de jasmim** e de outras flores sensíveis a temperaturas elevadas.
- Na **separação** dos óleos lubrificantes e graxas do resíduo da destilação fracionada do petróleo à pressão atmosférica.

LEITURA RECOMENDADA



O rerrefino de óleos lubrificantes usados

Os óleos lubrificantes usados em motores automotivos são recuperados por meio de uma série de operações denominadas de rerrefino. Numa dessas etapas, o óleo é submetido a aquecimento, injeção de vapor e vácuo, simultaneamente, com o objetivo de remover os componentes voláteis contidos no óleo lubrificante. Tais componentes voláteis são provenientes da infiltração do combustível através do cabeçote do motor durante o seu funcionamento. Ao lado, amostras desses lubrificantes, novo e usado.

Saiba mais...

Um sistema de destilação em que ocorre a redução da pressão a que o sistema é submetido é denominado de **destilação à pressão reduzida**. Nessa técnica, a evaporação dos componentes se dará com maior facilidade, se comparada à destilação sob pressão normal, em virtude da redução da pressão em que ocorre a destilação. Dessa forma, a temperatura de destilação do componente será menor. Pode-se estimar a pressão necessária para uma determinada temperatura de ebulição, da água, de modo a efetuar a destilação em qualquer condição dentro da abrangência do gráfico mostrado ao lado.

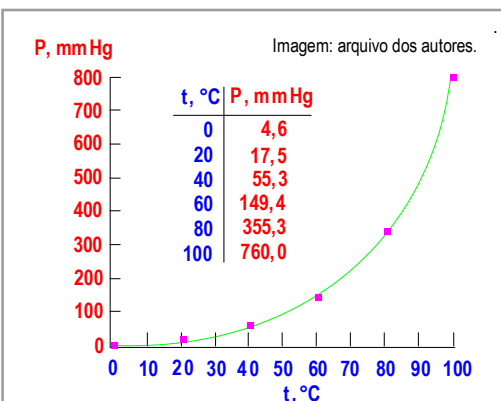
QUESTÕES

1. Em uma mesma temperatura, o teor de oxigênio na água do rio em uma montanha é menor que em um rio ao pé da montanha. Por quê?
2. Coloque em ordem crescente os pontos de ebulição da água nas cidades de São Paulo (SP), Santos (SP) e Potosí (Bolívia, foto ao lado). Em qual dessas cidades a água entra em ebulição com maior facilidade?
3. Investigue na Internet qual é o valor da pressão atmosférica média na cidade de Potosí. Com esse valor, estime o ponto de ebulição da água nessa cidade.
4. Por que é utilizada a panela de pressão para cozinhar alimentos?
5. Estime o valor da pressão conseguida nessa destilação, consultando o gráfico *pressão x temperatura* mostrado acima.
6. Qual a importância de se utilizar a destilação a vácuo para separar o óleo essencial do etanol usado como solvente em sua obtenção? (vide figura no alto da página).



Destilação a vácuo para separação do álcool usado na extração de óleo essencial.

Fonte: Guenther (1948, p.211).



O gráfico mostra a variação da temperatura de ebulição da água em função da pressão externa.

Fonte: Russel (1982, p.299).



Vista da cidade boliviana de Potosí, a quase 4.000 metros de **altitude**.

Foto: Bolívia Excepción (2015).

SEPARAÇÃO DE MISTURAS

Considere as seguintes situações.

I – Na sua própria casa são realizados alguns procedimentos de separação de misturas que são também utilizados em um laboratório de química. Um exemplo disso é a preparação de um simples cafezinho, quando se deve **FILTRAR** a mistura para separar o pó em suspensão da solução formada (o cafezinho para consumir).

II – Quando você ainda era criança, provavelmente tenha brincado com um **ÍMÃ** e percebido que ele atrai objetos feitos de ferro, mas não atrai objetos feitos de outros materiais, como madeira ou alumínio, por exemplo. Essa propriedade do ferro pode ser usada para removê-lo de uma mistura que o contenha?

III – Você ainda deve ter percebido que existem determinados materiais, como o sal de cozinha, que são muito **SOLÚVEIS** em água. Outros, como a areia, não se dissolvem em água, formando uma mistura heterogênea.

Essas situações envolvem separações de diferentes naturezas.

OBJETIVO DA PRÁTICA: separar os componentes de uma mistura heterogênea de sólidos, constituída de sal, areia, cortiça ralada e limalhas de ferro, utilizando os procedimentos acima apresentados.

MATERIAIS E REAGENTES: vidro relógio (ou um pequeno pires), funil de plástico, papel de filtro*, béquero, bastão de vidro ou similar, colher (sopa), suporte para funil, imã, água e mistura** de sólidos contendo areia, sal, cortiça ralada e limalhas de ferro.

* Na falta do papel de filtro, use filtro de papel nº 1 para coar café.

** Junte 4 colheres de areia fina, 1 colher de sal de cozinha, 2 colheres de cortiça ralada e 1 colher de limalhas de ferro (grampos de grameador partidos, por exemplo). A mistura resultante é suficiente para até 8 grupos de trabalho.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

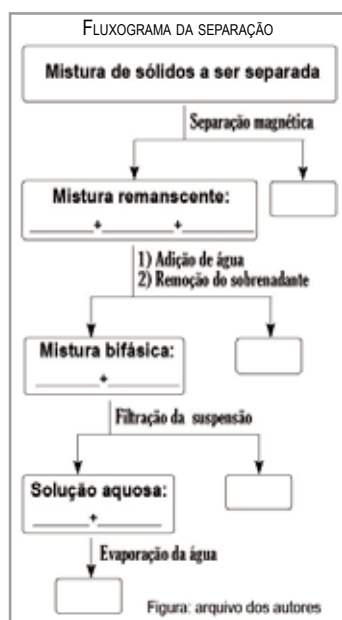
- Você receberá uma colher com a mistura sal/areia/cortiça ralada/limalhas de ferro.
- Coloque a mistura no vidro relógio.
- Passe o imã sobre a mistura sólida. O que você observou?
- Transfira a mistura remanescente para o béquero.
- Adicione pequena quantidade de água (cerca de 50 mL) e agite por aproximadamente 20 segundos.
- Remova todo o sólido flutuante com o auxílio de uma colher.
- Coloque o papel de filtro no funil, agite intensamente a suspensão e filtre-a, recolhendo o filtrado em um frasco coletor. O que foi retido no papel de filtro?
- Pegue uma colher do líquido filtrado e leve-a ao bico de Bunsen até total evaporação (cuidado com o calor do cabo da colher!).
- Observe o que sobrou na colher após a evaporação. Em que consiste?
- Desejando-se isolar todo o soluto, pode-se remover a água por ebulição ou evaporação natural. Complete o fluxograma mostrado ao lado.



A preparação do cafezinho consiste numa **extração** a quente, pela água sob pressão. No detalhe, os grãos torrados e posteriormente moídos.



A coleta seletiva do lixo nada mais é do que a separação de materiais descartados de acordo com a sua classificação. Em geral, papel, plástico, vidro, metais e lixo úmido são **separados** para serem reciclados ou reaproveitados.



DESCARTE DE RESÍDUOS
 Limalhas de ferro: reserve para reutilização.
 Cortiça ralada: descarte diretamente na lixeira ou deixe secar ao ar e reserve para reutilização.
 Solução residual: descarte diretamente na pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



• No processamento do lixo proveniente da coleta seletiva, a separação de materiais ferrosos pode ser efetuada empregando-se um **ímã**, que atrairá os objetos feitos desse metal, separando-os dos demais resíduos.

• O **aspirador de pó** é um aparelho que tem como finalidade separar partículas de poeira do ar, que é sugado por esse aparelho. Assim, ele é composto de um filtro de papel, ou de pano, que retém o pó, enquanto que o ar passa pelo filtro e sai isento de poeira.

• O uso do **mercúrio** em garimpos objetiva separar o ouro das areias auríferas, formando um amálgama de ouro (liga de ouro e mercúrio). Para se obter o ouro a partir do amálgama, o garimpeiro utiliza um maçarico.

O aquecimento da liga, a céu aberto, provoca a evaporação do mercúrio e o ouro é separado. Isso causa um grave problema ambiental, provocado pela poluição do ar e dos rios com o mercúrio, que contamina, por sua vez, os animais e o homem por meio da cadeia alimentar.



• As imagens acima mostram um processo de separação por **flotação**. A diferença de densidade entre os polímeros teflon (argolas) e pérolas de polietileno de baixa densidade inicialmente misturados (esquerda) e separados (direita).



Para separar o ouro, o garimpeiro coloca a mistura na bateia e acrescenta mercúrio, metal líquido que **dissolve o ouro**, mas não a lama que, contaminada, é jogada de volta ao rio.

Fonte: adaptado de Canto (2004, p.64).

LEITURA RECOMENDADA

Vias Contaminadas

1. Os garimpeiros utilizam mercúrio (azougue) para a apuração de ouro e prata. Os resíduos do metal são jogados diretamente nos rios.
 2. O mercúrio penetra nos leitos dos rios e mistura-se aos plânctons, alimentação de pequenos peixes.
 3. Os pequenos peixes servem de alimentação para os peixes carnívoros, como tucunarés, dourados, pirarucus, pescadas e surubins, os mais consumidos pelas populações às margens dos rios da Amazônia e outros.
 4. Os peixes contaminados por mercúrio são consumidos por seres humanos, que com a repetição podem intoxicar-se, pois o mercúrio é acumulado no organismo vivo, ocasionando o mercurismo.
 5. Como nos casos da baía de **Minamata**, a partir de uma certa quantidade de mercúrio no organismo, os seres humanos podem começar a sentir sintomas da doença (mal de Minamata): perda de visão, perda de sensibilidade nas extremidades dos braços e pernas, perda do controle motor, disfunções gástricas, tonteiras e teratogênias (nascimento de crianças sem cérebro e com deformidades).
- A poluição por mercúrio atinge dezenas de rios da Amazônia. Além dos rios Tapajós e Madeira, o Teles Pires, no Mato Grosso; o Gurupi, no Maranhão;

o Tocantins e o Araguaia, no Pará; o Negro no Amazonas; o Araguaari, no Amapá; e o Macajai e o Urariquera, em Roraima estão contaminados. "Não podemos prever o futuro, mas no rio Tapajós, temos uma bomba de efeito retardado que precisamos desativar antes que se tenha, na Amazônia, uma nova Minamata", pondera Fernando Branches, médico de Santarém, que cuida das pessoas contaminadas pelo mercúrio.

O que foi a tragédia da baía de Minamata?

No início da década de 60, milhares de japoneses se contaminaram com mercúrio após consumir peixes e mariscos contaminados por toneladas de mercúrio jogadas em Minamata pela indústria Chisso Co. No Japão, já se contabiliza 243 mortes entre os 2225 casos diagnosticados. Crianças nasceram com deformações e o próprio governo japonês autorizou o aborto em mulheres que se contaminaram. Até hoje há sequelas entre os que sobreviveram à tragédia. Mais de 10 mil japoneses recorreram à Justiça pedindo indenizações ao governo. Níveis semelhantes ao de Minamata já foram constatados na Amazônia Legal, no rio Madeira e até mesmo no rio Fresco, que banha a **reserva indígena caiapó**, no sul do Pará.

Fonte: Minamata ... (1993).

Saiba mais...

Um constante desafio para os químicos tem sido a separação e identificação dos componentes de uma mistura seja ela homogênea ou heterogênea. As diferenças entre as propriedades físicas dos constituintes de uma mistura, como pontos de fusão e ebulição, densidade e solubilidade, podem ser exploradas nos processos de separação. São conhecidas várias técnicas de separação, dentre outras a **imantação**, a **flotação**, a **dissolução fracionada**, a **filtração** e a **evaporação**, que foram utilizadas nesta prática.

QUESTÕES

1. Enumere algumas aplicações do mercúrio metálico.
2. A doença causada pelo mercúrio chama-se *mercurismo*. Como ocorre a contaminação do homem pelo mercúrio?
3. Por que, ao separar o sal da água, nesta experiência, não foi utilizado o processo de destilação simples?
4. Como é obtido o sal de cozinha a partir da água do mar?
5. Idealize, utilizando apenas água destilada e sal de cozinha, a separação de uma mistura contendo partículas dos seguintes polímeros: polietileno – PEAD ($d = 0,952-0,965 \text{ g.mL}^{-1}$; potes de sorvete) e poli (tereftalato de etileno) – PET ($d = 1,29-1,40 \text{ g.mL}^{-1}$; garrafas de refrigerante) e o poliestireno – PS ($d = 1,04 - 1,05 \text{ g.mL}^{-1}$; copos descartáveis).



A foto acima se transformou no retrato da tragédia ocorrida em Minamata, no Japão.
Fonte: Alves ([1997]).

TESTE DE CHAMA



Foto: arquivo dos autores

Os **fogos de artifício**, usados em festividades como no reveillon, são exemplos de luz de colorações distintas em que são empregados sais de diferentes elementos metálicos.



Aurora austral – fenômeno provocado por partículas resultantes de explosões solares, que se espalham pelo Sistema Solar, ganham energia ao entrar na atmosfera terrestre e depois a liberam na forma de luz.

Fonte: adaptado das Agências Internacionais (2001). Foto: Aurora (2008).

Quando colocamos certos sais em contato com uma chama, como a de um fogão, essa chama sofre modificação na sua coloração originalmente azul. Essa coloração da chama é causada pela presença de átomos contidos no sal. Sais de metais alcalinos e alcalinos terrosos, por exemplo, proporcionam esse fenômeno com facilidade.

Vários cientistas estudaram, ao longo dos anos, essa e outras observações, relacionando-as ao átomo, porém esse fenômeno ainda não estava devidamente elucidado.

O físico dinamarquês **Niels Bohr**, aperfeiçoando modelos anteriores, propôs, em 1913, uma teoria que explicava a coloração da chama pela absorção e emissão de energia pelos elétrons dos átomos ou íons.

OBJETIVO DA PRÁTICA: verificar a coloração da radiação característica de alguns elementos químicos, quando esses são submetidos a uma fonte de energia (chama).

MATERIAIS E REAGENTES: alça com fio de níquel-cromo, bico de Bunsen, vidro relógio, solução de ácido clorídrico¹, solução de íons lítio (ou graxa de lítio), cloreto de cálcio¹, sulfato de cobre¹ e cloreto de sódio.



Foto: arquivo dos autores.

Alça metálica de níquel-cromo – um pedaço de 15 cm de resistência de chuveiro preso a um espetinho para churrasco. Na extremidade metálica, é feita uma pequena alça para acomodar a amostra a ser testada.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Utilize um pouco da solução de ácido clorídrico para a limpeza do fio de níquel-cromo. A cada teste, mergulhe o fio na solução de ácido clorídrico e leve-o à chama do bico de Bunsen para limpar a alça.
- Com o fio devidamente limpo, impregne-o com material a ser testado e leve-o à chama oxidante do bico de Bunsen (veja quadro abaixo). Faça o teste com os sais de lítio, cálcio, cobre e sódio, nessa ordem (devido, principalmente, à interferência do sódio). Após cada teste, limpe a alça como indicado acima.



Foto: arquivo dos autores.

- Anote na tabela abaixo a cor emitida para cada composto utilizado.

TABELA – coloração da chama de acordo com o cátion

SAL DE	COR DA CHAMA
Lítio	
Cálcio	
Cobre	
Sódio	

Amostras de sais usadas diretamente na chama. À direita, graxa de lítio empregada no teste de chama, como alternativa à solução proveniente da pilha de lítio.



Fotos: arquivo dos autores.

A graxa de lítio é usada na lubrificação de peças automotivas.

Foto: arquivo dos autores



COMO OBTER UMA SOLUÇÃO CONTENDO ÍONS LÍTIO

Em um copo de vidro com 5 mL de água destilada, misture, sob agitação com colher de plástico, o conteúdo encontrado em uma pilha de lítio usada em computadores ou relógios. Use o líquido sobrenadante obtido para efetuar o teste de chama.

Obs.: use dois alicates para abrir a pilha de lítio, segurando-a com um deles e com o outro force a aba até sua abertura.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Carcaça da bateria de lítio: recolha a um posto de coleta de baterias descartáveis. Solução de íons lítio ou a graxa de lítio: reserve para reutilização. Demais sais: reserve para reutilização.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



- **Fotômetros de chama**, como o mostrado acima, são equipamentos para dosagem de sódio e potássio com filtros opcionais para cálcio e lítio. Com detectores de alta sensibilidade e filtros de interferências, esse modelo permite leituras estáveis e reprodutíveis para uso em análises clínicas e laboratórios de indústrias de alimentos, cerâmica, fertilizantes, cimento, bebidas dentre outras.

Foto: arquivo professores



Lâmpadas de vapor de sódio são utilizadas na iluminação de vias públicas por serem mais econômicas e por evitarem a atração de insetos.

- O teste de chama é utilizado em análise de amostras de composição desconhecida. A coloração resultante do teste pode identificar algum componente da substância presente na amostra.

LEITURA RECOMENDADA

Tubo de descarga

Tubo preenchido com um gás que brilha quando atravessado por eletricidade

Uma lâmpada néon consiste em um tubo de descarga com gás neônio e dois eletrodos dentro. Quando uma corrente elétrica cruza os eletrodos, o gás brilha em vermelho. Na lâmpada fluorescente, o tubo de descarga é preenchido com vapor de mercúrio; quando a eletricidade passa, ele emite raios ultravioletas, invisíveis. Os raios atingem uma camada de fósforo dentro do tubo, que emite luz por fluorescência. Uma lâmpada branca de rua, que funciona dessa forma, é uma lâmpada de vapor de mercúrio. As lâmpadas fluorescentes consomem menos eletricidade do que as lâmpadas comuns. Uma lâmpada de vapor de sódio é constituída de dois eletrodos em um tubo de descarga de vapor de sódio. Quando uma corrente elétrica flui entre os eletrodos, o vapor brilha em cor amarela. Lâmpadas de vapor de sódio são comuns em iluminação de ruas porque a luz amarela atravessa melhor a neblina do que a branca.

Luminosos de néon – os centros das cidades estão cheios de luzes coloridas. A maioria dessas luzes contém tubos de descarga. A cor da luz do tubo depende do gás, ou gases, em seu interior.

Fonte: adaptado de Ardley (1997, p.83).



Foto: arquivo dos autores

Saiba mais...

O aquecimento intenso do sal testado na chama provoca absorção de energia, na forma de calor, promovendo elétrons do íon metálico do estado fundamental para o excitado imediato. No retorno desses elétrons excitados para o estado fundamental, ocorre a emissão dessa energia absorvida na forma de luz com uma cor característica, relacionada ao valor do comprimento de onda da radiação emitida pelo átomo excitado. Esse fenômeno serve de base para o funcionamento de alguns aparelhos de análises químicas, como o fotômetro de chama mostrado acima, que tem como objetivo medir a concentração de determinados compostos contidos em uma amostra.

QUESTÕES

1. Descreva um procedimento que permita diferenciar os sólidos cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂).
2. O fenômeno observado nesse experimento contribuiu para a proposição de qual modelo atômico?
3. Explique como funciona uma lâmpada de vapor de sódio.
4. Investigue qual a coloração resultante do teste de chama dos elementos bário, potássio e estrôncio.



Foto: Niels Bohr (2015)

5. Niels Bohr (foto ao lado) ganhador do prêmio Nobel em 1922, propôs o modelo atômico que contempla explicações sobre a emissão de luz por átomos sob certas condições. Marque com um x as afirmativas abaixo que caracterizam esse modelo atômico.

- O átomo é maciço e indivisível.
- Há órbitas definidas ao redor do núcleo, chamadas de níveis de energia, onde os elétrons movimentam-se.
- Quando um elétron absorve energia, ele se transfere para um nível de energia mais externo.
- Prótons e elétrons estão incrustados homoganeamente no interior do átomo.

GEOMETRIA MOLECULAR



Devido à menor **densidade** do gelo em relação à água líquida (ou soluções aquosas, como da imagem acima), ele não afunda. As propriedades físicas das substâncias, como a densidade, dependem, dentre outras coisas, de suas estruturas moleculares.

A TEORIA DE SIDGWICK-POWELL

Em 1940 Sidgwick e Powell sugeriram que a forma de uma molécula se relacionava com o número de pares eletrônicos na camada mais externa do átomo central. Como pares de elétrons se repelem mutuamente, eles devem situar-se no espaço o mais afastado possível um dos outros. Isso é válido tanto para pares de elétrons compartilhados (par ligante) como para pares não-compartilhados (par não-ligante ou isolado). Se for possível prever a distribuição de pares eletrônicos em torno do átomo central, também será possível prever a forma da molécula e o valor dos ângulos de ligação. Esta teoria é também conhecida por teoria de **Gillespie-Nyholm** ou teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência.

Fonte: Lee (1980, p.47-48).

Os átomos combinam-se entre si por intermédio de ligações químicas, formando as substâncias. Existem essencialmente três tipos de ligações: iônica, covalente e metálica.

Nesta prática, com o auxílio de modelos moleculares, você irá verificar como os átomos se dispõem, por meio de ligações covalentes, para formar uma molécula e, assim, determinar sua geometria. A geometria das moléculas é um importante fator que auxilia a compreensão de fenômenos como a flutuação do gelo na superfície da água líquida.

OBJETIVO DA PRÁTICA: montar modelos de algumas moléculas simples, estudando os ângulos entre as ligações e as ligações existentes.

MATERIAIS UTILIZADOS: modelos moleculares comerciais ou outros modelos alternativos como o sugerido na seção “Faça Você Mesmo” deste livro.



MODELOS MOLECULARES

Atualmente existe no mercado um número considerável de modelos moleculares, como o mostrado à esquerda, que permitem a montagem de estruturas de moléculas não muito complexas.

Sugerimos o uso dos materiais alternativos, com esferas de isopor (imagem à direita) cuja confecção se encontra detalhada nas páginas 140 e 141 e descrita como “Modelo para Representação de Moléculas”. Com isso, pretende-se desenvolver as habilidades dos alunos na montagem de estruturas moleculares a serem estudadas. Esse modelo permite a representação de moléculas com detalhes que normalmente não existem nos modelos comerciais.



Esferas de **isopor** são facilmente encontradas em papelarias.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a representação de moléculas com modelos, é necessário ter ciência das formas geométricas das moléculas. Abaixo são mostrados exemplos de configuração da geometria molecular:



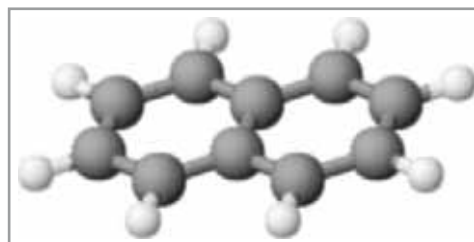
1- Linear; 2- Angular; 3- Trigonal planar; 4- Trigonal piramidal; 5- Tetraédrico.

- Com o modelo molecular, confeccione os modelos das moléculas indicadas na tabela, seguindo as instruções do professor.
- Com ajuda do transferidor, meça os ângulos entre as ligações, exceto nas moléculas diatômicas.
- Anote na tabela o ângulo medido entre as ligações das moléculas, suas respectivas formas geométricas e indique a presença de pares de elétrons não ligantes no entorno do átomo central.

MOLÉCULA	ÂNGULO REAL	ÂNGULO MEDIDO	FORMA GEOMÉTRICA	PAR DE ELÉTRONS NÃO LIGANTES
H ₂	//////////	////////////////////		
O ₂	//////////	////////////////////		
H ₂ O	105°			
NH ₃	107°			
CH ₄	109,5°			
SO ₃	120°			
SO ₂	119°			
CO ₂	180°			

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Prever e explicar algumas **propriedades físicas** de certas substâncias, como pontos de fusão, pontos de ebulição, densidade e solubilidade.
- Compreender a natureza da **estrutura cristalina** de sólidos moleculares, como o naftaleno (veja seu modelo ao lado) e covalentes, como o diamante e a grafite.



O **naftaleno**, $C_{10}H_8$, sublima com facilidade em função da natureza estrutural de sua molécula e sua forma geométrica.

LEITURA RECOMENDADA

Propriedades estranhas da água

Sabemos que os corpos sólidos, líquidos ou gasosos em geral se dilatam com o aumento da temperatura. Isso significa que, à medida que são aquecidas, as substâncias aumentam de volume, diminuindo sua densidade. Isso se deve ao fato de o calor provocar maior excitação dos átomos e moléculas, aumentando sua movimentação e, portanto, as distâncias que as separam umas das outras. Com a água, entretanto, observa-se um fenômeno muito curioso: o seu volume diminui quando a temperatura é elevada de 0 a 4°C, para depois voltar a aumentar, acima dessa temperatura. Por esse motivo, o gelo flutua sobre a água fria em estado líquido, como se pode observar em um copo d'água.

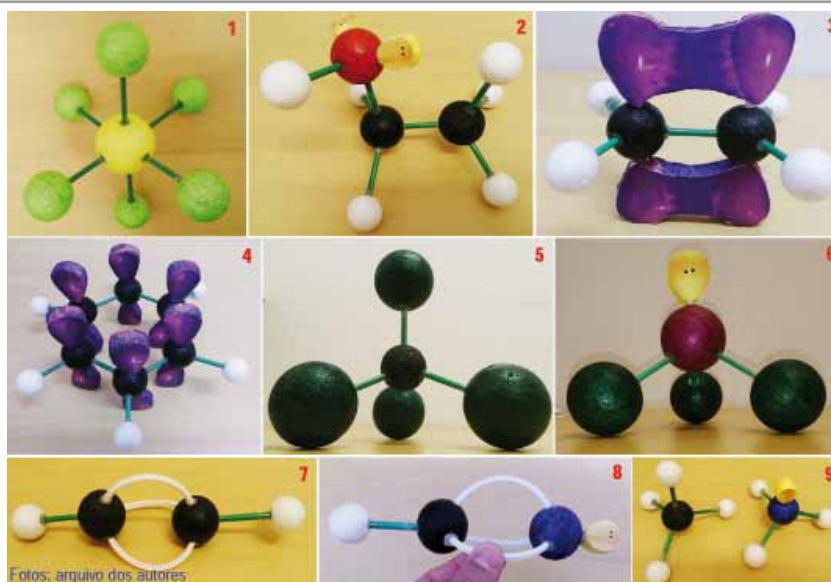
Essa característica da água é explicada pela sua estrutura: quando o gelo se funde, uma parte das pontes de hidrogênio se desfaz, permitindo que moléculas se aproximem mais umas das outras, reduzindo, assim, o volume do conjunto; mas, se continuar o aquecimento, a água volta a se dilatar devido ao aumento de excitação das moléculas como qualquer outro composto químico.

Por causa desse comportamento "anômalo" da água é que os rios, lagos e oceanos, ao se congelarem, formam uma camada de gelo à superfície, enquanto o fundo permanece líquido.

Fonte: adaptado de Branco (1993).

Saiba mais...

Os pares de elétrons da camada de valência do átomo central de uma molécula tendem a ficar o mais afastado possível entre si devido à repulsão eletrônica gerada por suas cargas iguais, base da **Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência**. Assim, a distribuição dos pares de elétrons, ligantes e não ligantes, determinam o ângulo entre as ligações, em torno do núcleo atômico considerado, com valores específicos.



Fotos: arquivo dos autores

Os valores de ângulos entre as ligações e a forma geométrica das moléculas representadas acima obedecem à teoria mencionada no "Saiba mais...", ao lado. Em sequência, as imagens das moléculas de: **1-** hexafluoreto de enxofre (SF_6), **2-** etanol (C_2H_5OH), **3-** eteno (C_2H_4), **4-** benzeno (C_6H_6), **5-** tetracloreto de carbono (CCl_4), **6-** tricloreto de fósforo (PCl_3), **7-** etino (C_2H_2), **8-** cianeto de hidrogênio (HCN) e **9-** metano (CH_4) e amônia (NH_3).

QUESTÕES

1. Em quais modelos você encontrou valores de ângulos de ligação diferentes dos valores reais?
2. A que se devem as diferenças observadas nesses ângulos de ligações?
3. Desenhe as fórmulas estruturais e eletrônicas das moléculas estudadas nesse experimento.
4. Com relação às substâncias estudadas nesse experimento, indique qual delas corresponde às características apresentadas a seguir:
 - () Principal componente do gás natural.
 - () Sua queima produz somente água.
 - () Imprescindível na respiração animal.
 - () Principal responsável pelo efeito estufa.
 - () Gerado na queima do enxofre contido na gasolina.
 - () Precursor do ácido sulfúrico.
 - () Utilizada na refrigeração industrial.
 - () Solvente universal.

TINTA NA GELADEIRA

"Meu irmão faz aula de pintura, e a professora pediu que ele guardasse a tinta a óleo no freezer para ficar pastosa por mais tempo. A tinta pode contaminar os alimentos do freezer, mesmo que embalados?"

Ana Paula Resende Arantes, Uberlândia, MG.

Não se deve misturar produtos químicos a alimentos, nem em freezer nem em armários. A tinta pode contaminar alimentos porque os solventes que diluem o corante no óleo são, em geral, voláteis. "Se houver água na composição da tinta (mesmo em porcentagem pequena), com o congelamento, o líquido expandirá seu volume e poderá romper a embalagem (sobretudo se for de plástico), permitindo que o componente volátil se evapore", explica a nutricionista Roberta Paes de Barros, da Beneficência Portuguesa.

Fonte: Arantes e Barros (2001).

5. Explique por que os solventes orgânicos são, em geral, mais voláteis que a água.

09

ALOTROPIA

As substâncias simples são caracterizadas pela presença, em sua estrutura, de apenas um elemento químico. O carbono é um elemento químico que pode formar as substâncias simples grafite e diamante, dentre outras. Assim como o elemento químico oxigênio, que forma os gases oxigênio e ozônio. Observe as diferenças em algumas das propriedades físicas dessas substâncias nas tabelas abaixo.



Duas faces do diamante: civil mutilado por mina de guerra em Serra Leoa, região rica em **diamantes**, e Sophie Marceau com o diamante "estrela do milênio": mundos distantes.

Fonte: Camargos (1999).

PROPRIEDADE	GRAFITE	DIAMANTE
Ponto fusão	3500°C	3930°C
Condutividade elétrica	sim	não
Densidade	2,22 g/cm ³	3,51 g/cm ³

TABELA 1 – Algumas propriedades físicas da grafite e do diamante, substâncias simples diferentes formadas pelo elemento **carbono**.

PROPRIEDADE	OXIGÊNIO	OZÔNIO
Ponto fusão	- 218,4°C	-192,5°C
Ponto Ebulição	- 183°C	- 112°C
Densidade	1,43 g/l	2,22 g/l

TABELA 2 – Algumas propriedades físicas do oxigênio e ozônio, substâncias simples diferentes formadas pelo elemento **oxigênio**.

OBJETIVO DA PRÁTICA: produzir e estudar diferentes formas alotrópicas do enxofre.

MATERIAIS E REAGENTES: 1 tubo de ensaio, 1 béquer de 100 mL, pinça de madeira, pinça metálica, bico de Bunsen, tripé, tela de amianto¹, enxofre¹ e água fria.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

ALERTA: DEVE SER EFETUADO COM CUIDADOS REDOBRADOS EM RELAÇÃO À SEGURANÇA. EXECUTE EM LOCAL BASTANTE AREJADO OU NO INTERIOR DE UMA CAPELA DE EXAUSTÃO EFICIENTE, POIS PODERÃO SER GERADOS VAPORES TÓXICOS. EVITE ASPIRAR OS VAPORES EVENTUALMENTE DESPRENDIDOS.

- Coloque no tubo de ensaio 2 g de enxofre.
- Segurando com uma pinça de madeira, aqueça o tubo lenta e cuidadosamente no bico de Bunsen até ocorrer a fusão do sólido. Observe a consistência do enxofre fundido, inclinando suavemente o tubo.
- Após totalmente fundido despeje o material na água fria contida no béquer.
- Retire rapidamente o enxofre solidificado com uma pinça metálica.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- O **ozônio** é um **agente bactericida** e foi largamente utilizado no tratamento de água de filtros domésticos. Apresenta-se em concentrações apreciáveis na estratosfera terrestre, constituindo-se num importante fator de **proteção aos raios ultravioleta** do sol.
- Extraído de minas ou do petróleo, o **enxofre** constitui-se em matéria-prima para a **fabricação do ácido sulfúrico** e da **pólvora negra**. É utilizado também na **vulcanização da borracha**. Também é usado na fabricação de **sabonetes medicinais à base de enxofre** e na **descontaminação** de ambientes contaminados com **mercúrio líquido**.

- Verifique a consistência desse material, tentando esticá-lo de modo a constatar a sua natureza elástica.
- Com essa constatação, complete a tabela abaixo indicando a **COR** e a **NATUREZA DO SÓLIDO** (rigidez ou elasticidade) do material de partida (sólido cristalino) e do produto obtido (amorfo, de natureza polimérica).

PROPRIEDADES DOS ALÓTROPOS DO ENXOFRE*			
FORMA ALOTRÓPICA	COR	P.F.(°C)	NATUREZA DO SÓLIDO
Rômbico (α)		112,8	
Plástico (γ)		-----	

* Uma terceira forma alotrópica do enxofre, monoclinico (β), forma-se em condições especiais.

DESCARTE DE RESÍDUOS
Resíduo de enxofre:
descarte diretamente na
lixeira do laboratório.



À esquerda, grafite em pó e em bastão para ser usado em lapiseira. À direita, um diamante lapidado. Entre os tipos de lapidação, a denominada brilhante é a mais valorizada por refletir a luz com maior intensidade através de suas 57 facetas. Tanto a grafite como o diamante contêm apenas o elemento **carbono**.



Regiões industriais normalmente apresentam elevados índices de concentração de **ozônio** na atmosfera. A presença dessa substância está relacionada a certos poluentes submetidos à luz solar.

LEITURA RECOMENDADA

Ozônio é ao mesmo tempo vilão e protetor

O gás ozônio (O_3) pode ser maléfico ou benéfico para o homem, dependendo de onde ele é encontrado. Na baixa atmosfera, também chamada de troposfera (camada que vai da superfície até cerca de 12 Km de altitude), o ozônio funciona como poluente do ar.

Quando há excesso de ozônio perto da superfície, ocorre um aumento na incidência de problemas respiratórios e irritação nos olhos, nariz e garganta.

Na estratosfera, porção da atmosfera situada acima de 12 km de altitude, o ozônio forma uma camada que protege a terra dos efeitos prejudiciais da radiação ultravioleta emitida pelo sol. Esse tipo de radiação, invisível e diferente da conhecida luz solar, aumenta a incidência de câncer, sobretudo o de pele, em pessoas expostas aos raios ultravioleta.

Há um buraco na camada protetora de ozônio sobre o continente antártico, causado pelos gases CFCs (clorofluorcarbonetos), usados nos sistemas de refrigeração de geladeiras e ar-condicionados. Os CFCs produzidos na superfície conseguem chegar até a camada de ozônio, danificando-a. Contudo, a origem do ozônio da baixa atmosfera e o da alta atmosfera é diferente.

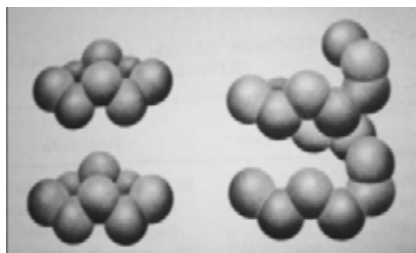
Na superfície, o ozônio só se forma a partir de reações fotoquímicas – que ocorrem na presença de luz solar – de poluentes emitidos por carros e indústrias. Na estratosfera, a ação dos raios ultravioletas quebra o oxigênio (O_2), iniciando o ciclo da formação do ozônio.

Fonte: Pivetta (1997).

Saiba mais...

O fenômeno abordado está relacionado com as diferentes formas de combinação entre os átomos constituintes de uma substância simples. Assim, O_2 e O_3 diferem quanto ao número de átomos e ligações que constituem as moléculas, enquanto que C_n (grafite) difere do C_n (diamante) em suas estruturas.

Allotropia: fenômeno em que um único elemento químico forma substâncias simples diferentes.



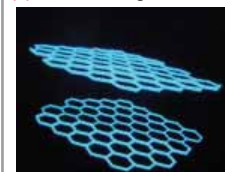
Modelos de duas moléculas de S_8 e de uma hélice de enxofre.

Fonte: Slabaug e Parsons (1968, p.148).

As mudanças alotrópicas do enxofre podem formar estruturas cíclicas constituídas de 8 átomos de enxofre, porém de estruturas cristalinas diferentes. Outra forma alotrópica para o enxofre pode ser verificada quando aquecido intensamente. Trata-se de uma estrutura onde uma infinidade de átomos de enxofre estão ligados em forma de uma corrente helicoidal. Por isso, podemos caracterizar tal estrutura como S_n , em que n indica a quantidade indefinida e elevada de átomos de enxofre (figura à esquerda). À direita, estão representadas, por meio de modelos moleculares, as estruturas da grafite (a) e (b) e do diamante (c) e (d).



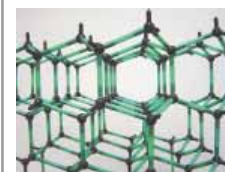
(a) estrutura do grafite



(b) planos paralelos do grafite. Software: Advanced Chemistry Development - ACD.



(c) estrutura tetraédrica no diamante.



(d) empacotamento de átomos de carbono no diamante.

Modelos Moleculares Cochranes of Oxford Ltd.– Leafield – Inglaterra

Fotos: arquivo dos autores.

QUESTÕES

1. Pesquise o que é lubrificante. Por que a grafite é usada como lubrificante?
2. Explique simplificada e como os vegetais produzem o oxigênio de que precisamos para respirar.
3. Como é formado o ozônio, O_3 , a partir do oxigênio, O_2 , na atmosfera (troposfera e estratosfera)?

4. Comente sobre o uso do ozônio em tratamento de água.

5. Como a camada de ozônio que envolve a Terra tem sido destruída? O que a exposição à radiação UV pode provocar na pele das pessoas?



Pesquisadores no Reino Unido descobriram a substância por trás da dor e da sensibilidade da pele de vítimas de queimaduras solares. Os raios ultravioleta do sol fazem uma molécula chamada CXCL5 ativar as fibras dos nervos na pele, provocando dor e sensibilidade ao toque.

Fonte: Leão (2011).



Este equipamento é o responsável por conter a mancha de óleo para, ao mesmo tempo, não deixá-la se dispersar e acumular o óleo em uma determinada região para facilitar o trabalho da bomba de sucção.

Fonte: Teles e Vinhas (2010).

MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, estante, etanol¹, água, vaselina líquida, açúcar, sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)¹ e raspas de parafina (vela).

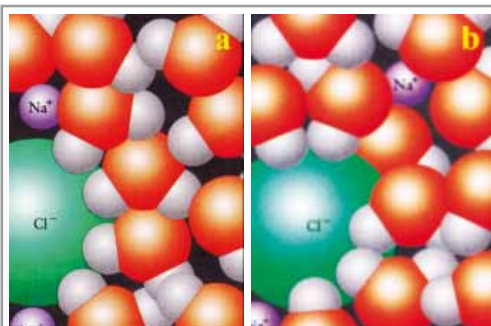
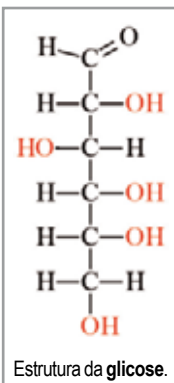
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Em cinco tubos de ensaio numerados, coloque cerca de 2 mL de cada um dos líquidos indicados na tabela ao lado. Para os sólidos, use meia colher de café.
- Nos tubos que contêm água, adicione alguns cristais de sulfato de cobre.
- Observe sem agitar.
- Agite os tubos e deixe-os descansar alguns minutos.
- Observe e anote na tabela ao lado se ocorre a solubilização dos componentes misturados.

TUBO	COMPONENTES	RESULTADO
1	Água e etanol	
2	Água e vaselina líquida	
3	Água e açúcar	
4	Água e parafina	
5	Vaselina líquida e parafina	

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Para adoçar sucos e refrigerantes, utiliza-se o açúcar, que se solubiliza em água devido às **pontes de hidrogênio** principalmente de seus grupos **OH** (estrutura mostrada ao lado).
- Na **remoção** de óleos, gorduras e graxas pela gasolina ou outros solventes orgânicos, pois envolve solubilização de substâncias apolares.
- A água do mar tem **sais dissolvidos**. Ela dissocia os íons que constituem os sais e os solvatam.
- A **lavagem a seco** em lavanderias usa solventes orgânicos que removem gorduras e outras sujeiras (restos de comida, por exemplo) por solubilização.



Os cristais de **cloreto de sódio** consistem em íons sódio e cloreto. Quando ele entra em contato com a água (a), os íons são capazes de se separarem e de se diluir no solvente (b). A solução contém moléculas de água, íons sódio e íons cloreto.

Fonte: Atkins e Jones (1997, p.82).

Uma importante propriedade, peculiar das substâncias, é a sua solubilidade. Ao acrescentar um pouco de sal de cozinha à água aquecida para cozer o macarrão, por exemplo, verificamos a fácil solubilização do sal. Se, na sequência, a essa solução acrescentamos óleo de cozinha, constatamos que esse último não se dissolve, e permanece flutuando sobre a solução aquecida. Esse simples exemplo nos mostra que algumas substâncias conseguem se dissolver (água e sal) e outras (água e óleo), não.

OBJETIVO DA PRÁTICA: observar a solubilidade relativa de alguns sólidos e líquidos em solventes diversos.



A **benzina** é um solvente constituído de hidrocarbonetos derivados do petróleo.

DESCARTE DE RESÍDUOS

- Tubo 1: pode ser usado como material de limpeza ou descartado na pia.
- Tubo 2: reserve para uso em experiências posteriores.
- Tubo 3: descarte diretamente na pia do laboratório.
- Tubo 4: separe a parafina e reserve para experiências posteriores.
- Tubo 5: pode ser usado como removedor de graxa, óleos e gordura ou, alternativamente, pode ser usado como combustível de lamparina.

LEITURA RECOMENDADA

Sobre a mistura álcool-gasolina...

Lei específica a esse respeito determina a mistura de 20 a 25% de álcool à gasolina. Esse procedimento, que passa despercebido pelo consumidor, desempenhou um papel extremamente importante no sentido de menos poluir os nossos grandes centros urbanos.

Isso porque a gasolina aditivada pelo álcool, em primeiro lugar, ficou livre do chumbo tetraetila, composto tóxico usado no Brasil durante muitos anos para aumentar o desempenho da combustão da gasolina sem aditivos. Em

segundo lugar, diminuiu em valores percentuais equivalentes à emissão do monóxido de carbono, igualmente tóxico.

Se a poluição dos grandes centros, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, ainda é suportável, devemos isso à mistura do álcool à gasolina.

Fonte: Kirchhoff (1997).

Saiba mais...

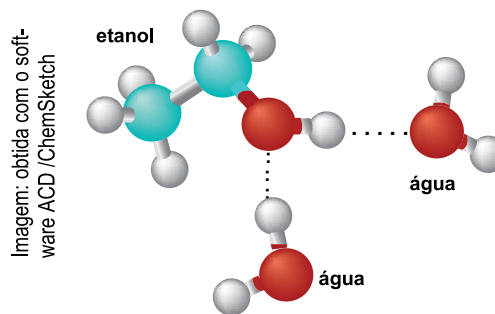
A solubilidade entre duas substâncias está intimamente relacionada às forças de interação a que as partículas estão sujeitas. Para ilustrar esse fato, tomemos os exemplos da dissolução do álcool em água e da gasolina em querosene.

Por outro lado, quando uma substância acentuadamente polar é misturada a outra apolar, as fortes interações intermoleculares relativas às moléculas polares não podem ser vencidas pelas interações menos intensas das moléculas apolares, gerando um sistema heterogêneo.

Duas substâncias são solúveis entre si quando formam um sistema homogêneo, se misturadas. De modo geral, solventes polares dissolvem substâncias polares e os apolares dissolvem outras substâncias apolares. Daí a regra empírica: **semelhante dissolve semelhante**.

QUESTÕES

1. A gasolina usada nos carros é, na realidade, uma mistura de álcool (de 20 a 25%) e gasolina. Quais as razões, dos pontos de vista químico e ambiental, da adição do álcool **anidro** à gasolina?
2. O que ocorreria com a mistura álcool-gasolina se adicionássemos um pequeno volume de água? Explique em termos de interações intermoleculares.
3. Como você explica as observações nos tubos 1, 2 e 5 após a adição de CuSO_4 ?
4. Se você adicionasse, após a experiência acima, em todos os tubos de ensaio, algumas gotas de benzina, o que você observaria? Como explicar?
5. Por que o enxofre se dissolve em materiais derivados do petróleo, como o óleo diesel e a gasolina, e não se dissolve em água?



PONTES DE HIDROGÊNIO ENTRE AS MOLÉCULAS DE ÁGUA E ETANOL.

O etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) mistura-se com água em todas as proporções, pois as suas moléculas podem formar interações intermoleculares de ponte de hidrogênio com as moléculas da água.

Fonte: adaptado de Russell (1982, p.355).

Tanque...

A Petrobras Distribuidora colocará no mercado uma nova gasolina da linha de aditivados, a Grid, projeto que recebeu investimentos de R\$ 85 milhões em desenvolvimento e lançamento.

...do carro

Entre as suas principais características, o novo combustível tem um teor máximo de enxofre de 50 ppm, coloração esverdeada e pode ser usado em veículos com motor a gasolina ou flex.

Fonte: Frias (2014).



O enxofre é um sólido amarelo que é utilizado, principalmente, na fabricação do ácido sulfúrico. O enxofre ocorre em jazidas, nos vulcões e no petróleo.

MACARRÃO ALHO E ÓLEO

INGREDIENTES

- 250 gramas de espaguete
- 3 colheres de sopa de azeite de oliva
- 2 ramos de manjerição
- sal a gosto
- alho

MODO DE PREPARO

I. Cozinhe o macarrão. Em outra panela, refogue o alho com o azeite e o sal. Mexa bem para não queimar, depois coloque o macarrão.

II. Misture bem, enfeite com os ramos de manjerição e sirva a seguir.



6. Para cozinhar o macarrão, o sal de cozinha é colocado na água e imediatamente dissolvido. A seguir, coloca-se um pouco de óleo, que permanece sobre a solução. Explique, sabendo-se que a água é uma substância polar, por que o sal é nela dissolvido e o óleo não.

* Muito embora o termo **ponte de hidrogênio** seja considerado arcaico e frequentemente substituído pelo termo **ligação de hidrogênio**, os autores decidiram manter o uso da nomenclatura antiga, neste texto, por que observaram que o termo mais moderno induz alguns alunos a erros de interpretação quanto à natureza das ligações químicas. Nesse sentido, as pontes de hidrogênio têm sido equiparadas às ligações covalentes em compostos que contêm hidrogênio na sua estrutura, dificultando a interpretação desses conceitos. É frequente a interpretação de que a mudança de estado físico (ebulição, por exemplo) está relacionada à quebra de **ligações** covalentes envolvendo átomos de hidrogênio, justamente devido ao uso do termo **ligação** de hidrogênio. Isso decorre do fato de que o termo **ligação** de hidrogênio induz à interpretação de tratar-se de uma **ligação** química, e não de uma interação intermolecular (ou até mesmo, intramolecular).

11

ACIDEZ E BASICIDADE

Muitos alimentos, como o leite e o vinho, azedam com o tempo, dificultando sua conservação. Esse sabor azedo é característico na presença dos ácidos, assim como nas frutas cítricas, cuja acidez é devida à presença do ácido cítrico.

Vários materiais do nosso uso cotidiano apresentam substâncias que os caracterizam como ácidos ou básicos (alcalinos). Há também ácidos e bases de expressiva utilização nas indústrias e nos laboratórios. O ácido sulfúrico é um dos principais insumos industriais.

OBJETIVO DA PRÁTICA: verificar acidez ou basicidade de alguns desses materiais com o auxílio de indicadores ácido-base.



Foto: arquivo dos autores

Muitos alimentos apresentam **propriedades ácidas**, em função de ácidos orgânicos presentes neles. Notadamente, exemplos comuns incluem as frutas cítricas, o vinagre e os queijos.

MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, estante, conta-gotas, pisseta, solução de sabão, vinagre branco, limão, água sanitária e extrato de repolho roxo.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque em uma bateria de quatro tubos de ensaio cerca de 2mL de cada uma das soluções a serem analisadas, rotulando-os.
- Adicione aos tubos algumas gotas de extrato de repolho roxo, agitando-os em seguida.
- Anote a coloração resultante em cada tubo na tabela abaixo e identifique o caráter ácido ou básico dos respectivos materiais.

MATERIAL	EXTRATO DE REPOLHO ROXO	CARÁTER ÁCIDO-BASE
Solução de sabão		
Vinagre branco		
Limão		
Água sanitária		

DESCARTE DE RESÍDUOS
Todos esses resíduos devem ser diluídos em água e descartados diretamente na pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- O **suco gástrico** apresenta, em sua constituição, o ácido clorídrico, que proporciona o meio ácido ideal (pH entre 1,5 e 2) para a atuação das enzimas do suco. Auxilia, junto com as enzimas, a digestão dos alimentos promovendo a hidrólise (quebra) de gorduras e proteínas ingeridas.
- Os **acidulantes** são aditivos colocados em bebidas e alimentos industrializados. Têm a função de conservante, além de realçar o gosto azedo do produto. São exemplos os ácidos fosfórico e cítrico.
- A **soda cáustica**, utilizada na fabricação de sabão, a **cal hidratada**, usada como tinta e o **leite de magnésia**, um laxante, são exemplos de materiais que contêm bases (ou hidróxidos).



Poluentes industriais gerados pela queima de combustíveis fósseis, como o carvão mineral e os derivados de petróleo, lançam substâncias como o dióxido de carbono, de enxofre e de nitrogênio. Esses gases, juntamente com a umidade da atmosfera, geram a denominada **chuva ácida**.

Foto: Percursos 1 (2015).



Foto: arquivo dos autores

O material frequentemente usado para pintar o meio-fio e assemelhados consiste em uma suspensão de cal hidratada, essencialmente **hidróxido de cálcio**.

LEITURA RECOMENDADA

O perigo mora em casa

Por ano, cerca de 300 mil brasileiros, a maioria crianças com menos de cinco anos, são intoxicados acidentalmente com medicamentos, produtos de limpeza, plantas ou inseticidas.

Sempre dispostas a colocar o que veem na boca, as crianças encontram em seu caminho produtos com cores e embalagens coloridas e atraentes.

Parte deles, porém, não dispõe de lacres de segurança, sendo feitos em fundo de quintal, embalados em garrafas de refrigerantes e vendidos clandestinamente em um volume cada vez maior.

Muitos desses produtos contêm ingredientes tóxicos proibidos de serem vendidos legalmente.

A combinação desses ingredientes com a falta de segurança das embalagens fazem esses produtos ocuparem o segundo lugar no ranking da intoxicação, abaixo apenas dos medicamentos.

A tóxica soda cáustica, por exemplo, é um dos principais ingredientes de vários

produtos, como detergente em pó, detergente para lavar louça, limpa-vidros, desentupidor e água sanitária.

Para retratar o problema das intoxicações, a *Folha*

acompanhou por 15 dias a chegada de crianças aos prontos-socorros.

Chegam contaminadas com antidepressivos, raticidas ou soda cáustica.

Mesmo quando não matam, as intoxicações são capazes de comprometer a saúde de um indivíduo, tornando-o mais frágil diante das doenças.

Fonte: Dimenstein (1999).



Soda cáustica – Vendedor enche garrafa com produto de limpeza. Tais produtos contêm soda cáustica em sua composição e podem causar intoxicação.



Produtos de limpeza vendidos nas ruas de São Paulo; frascos coloridos de refrigerante funcionam como atrativo para as crianças.

Saiba mais...

No final do século XIX, o químico sueco **Svante Arrhenius** propôs que:

Ácidos são compostos que, dissolvidos em água, originam H^+ como único cátion. Exemplos: HCl (ácido clorídrico), H_3PO_4 (ácido fosfórico), HNO_3 (ácido nítrico), H_2SO_4 (ácido sulfúrico).

Bases são compostos que, dissolvidos em água, originam HO^- como único ânion. Exemplos: NaOH (hidróxido de sódio), KOH (hidróxido de potássio), $Ca(OH)_2$ (hidróxido de cálcio).

Os íons H^+ e HO^- originados são os responsáveis pelas mudanças estruturais nas moléculas que levam à caracterização das cores dos indicadores.



Svante August **Arrhenius**, químico sueco ganhador do prêmio Nobel de 1903.
Fonte: The Nobel... (2015).

QUESTÕES

1. Quais os nomes das bases ou ácidos presentes nos materiais analisados nesta prática?
2. Faça uma lista de frutas, conhecidas por você, que apresentam sabor ácido característico.
3. Existem frutas com sabor básico característico? Quais?
4. Qual a base encontrada nas cinzas, que possibilita a fabricação de sabões?
5. Por que os produtos de limpeza devem ser comercializados em frascos de difícil abertura de suas tampas?

ÁCIDOS E LIMPEZA

Soluções ácidas são comumente empregadas como agentes de limpeza, inclusive nos lares. O ácido muriático é usado para limpar pisos e pedras e também na remoção de fungos em superfícies úmidas, onde se propagam com facilidade.

Os ácidos **oxálico** e **clorídrico** são empregados em solução aquosa como agente removedor de manchas de ferrugem em roupas e pisos.

Essas soluções, fortemente ácidas, apresentam riscos de queimaduras na pele e de intoxicação, motivos pelos quais devem ser utilizadas com cautela, empregando-se luvas e máscaras protetoras. A intoxicação severa por essas substâncias pode levar, em casos extremos, à morte.



SODA CÁUSTICA CAUSA LESÃO GRAVE EM CRIANÇA

Substância corrosiva “queima” o esôfago e deixa sequelas

As intoxicações causadas por produtos de limpeza, especialmente os que contêm soda cáustica, são as que mais deixam sequelas nas crianças com menos de cinco anos de idade. Por ser altamente tóxica e corrosiva, a soda cáustica provoca graves lesões no esôfago. Nos casos mais graves, pode levar à morte.

Os produtos de limpeza ocupam o segundo lugar no ranking das intoxicações que vitimam crianças menores de cinco anos no Brasil. Os remédios estão no topo do ranking desde 1997.

Esses produtos devem sair da fábrica com embalagens plástica e rígida, de difícil ruptura, com tampa de dupla segurança à prova de abertura por crianças.

Fonte: adaptado de Collucci (2003).

6. Qual a fórmula e o nome químico da substância presente na soda cáustica?

7. O ácido muriático não deve ser aplicado em pisos e superfícies de mármore, pois causa degradação por corrosão. Quais os nomes científicos das principais substâncias que compõem o ácido muriático e o mármore?

12

INDICADORES ÁCIDO-BASE

De acordo com o seu comportamento químico em solução aquosa, os materiais podem ser caracterizados como ácidos, básicos ou neutros. Observe os materiais apresentados nas figuras abaixo, que contêm substâncias de caráter ácido e básico.

Algumas soluções aquosas, como a salmoura e a água com açúcar, não apresentam características ácidas ou básicas, sendo denominadas soluções neutras.

Frutas cítricas caracteristicamente apresentam sabor ácido que podem ser intensos, como no caso do limão ou menos intensos como a laranja-da-ilha ou a lima-da-pérsia. Alguns materiais, no entanto, não podem ser classificados como ácidos pelo seu sabor. Nesses casos, existem outros modos de se determinar não somente a acidez como também um possível caráter básico de uma substância.

O ÁCIDO OXÁLICO NOS ALIMENTOS

Espinafre e carambola são vegetais ricos em **ácido oxálico**. Por isso, devem ser consumidos com moderação, pois a intoxicação causada por esse ácido provoca problemas gastrointestinais, circulatórios e musculares, dentre outros. Pessoas com insuficiência renal não devem consumir carambola, pois uma toxina presente nela pode levar à morte.



Fotos: arquivo dos autores

Vegetais que contêm quantidades consideráveis de **ácido oxálico**.



Foto: arquivo dos autores.

O vinagre, o limão, a laranja e o refrigerante são exemplos de materiais que contêm **ácidos**.



Foto: arquivo dos autores.

O antiácido estomacal, a amônia e a água sanitária apresentam características **básicas**.

OBJETIVO DA PRÁTICA: verificar a acidez e basicidade de diversas soluções aquosas por meio do uso de indicadores ácido-base.

MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, estante, vinagre branco (contém ácido acético), ácido muriático diluído¹ 1:10 (contém ácido clorídrico), água de cal¹ (contém hidróxido de cálcio), hidróxido de amônio¹ diluído (1:10), água destilada, indicador azul de bromotimol, suco natural de uvas e extrato de repolho roxo.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque 2 mL de vinagre em três tubos de ensaio rotulados.
- Repita o mesmo procedimento, usando soluções de ácido muriático, hidróxido de cálcio e hidróxido de amônio e água destilada.
- A seguir, adicione algumas gotas dos indicadores ácido-base *azul de bromotimol*, *suco de uvas* e *extrato de repolho roxo* em cada um dos tubos de ensaio.
- Anote as cores resultantes na tabela ao lado.

SOLUÇÃO	AZUL DE BROMOTIMOL	SUCO DE UVAS	EXTRATO DE REPOLHO ROXO
Ácido acético (vinagre)			
Ácido muriático diluído			
Hidróxido de cálcio (água de cal)			
Hidróxido de amônio diluído			
Água destilada			

DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos contendo ácido muriático e hidróxido de cálcio devem ser diluídos em cerca de 10 mL de água, misturados e descartados na pia do laboratório. O vinagre e o hidróxido de amônio devem ter o mesmo tratamento descrito anteriormente.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Os indicadores ácido-base são largamente utilizados em laboratórios químicos e de análises clínicas como forma de **determinar a acidez ou basicidade** de amostras sob análise.
- Em **análise de solos** para correção da acidez.
- Na análise da **acidez da água**.



A acidez da água de um aquário deve ser controlada para evitar a morte dos peixes. Esse controle é feito por meio de um indicador ácido-base como o mostrado ao lado, que consiste em uma solução de **azul de bromotimol**.

LEITURA RECOMENDADA

Mudança nas cores dos indicadores

Sabe-se, pelos químicos, da utilização dos extratos de repolho roxo e das flores da azaléia, da quaresmeira, da maria-sem-vergonha, etc. como substitutos baratos e facilmente acessíveis de indicadores ácido base. Sabe-se também que mudanças estruturais de certas substâncias, conhecidas como antocianinas, em certas condições de acidez ou alcalinidade da solução aquosa, são responsáveis pela coloração do indicador.

O que são as cores – quando uma luz policromática (com diversos comprimentos de onda, λ) incide sobre um material qualquer, parte da luz é refletida e parte é absorvida pelas espécies constituintes do material. A cor que enxergamos corresponde aos comprimentos de onda do visível que são refletidos. Assim, uma cor vermelha é produzida quando o material reflete luz de λ na faixa de 640 nm a 780 nm e absorve todos os outros comprimentos de onda (Fig. 01), uma cor verde por absorção de todos os comprimentos de onda exceto aqueles na faixa de 495 nm a 540 nm (Fig. 02) e assim por diante.

Finalmente, se o material reflete toda a luz visível incidente, ele se apresenta branco, e se absorve toda ela, negro (ou seja, nenhuma luz atinge nossos olhos – Fig. 03).

Interação luz x matéria – a reflexão ocorre porque não há interação entre a luz incidente e as espécies microscópicas constituintes do material, enquanto a absorção indica esta interação. As explicações sobre as cores residem então não no que enxergamos, simples reflexão, mas no que é absorvido.

A cor dos indicadores – consideremos o caso da fenolftaleína. Em meio ácido e neutro prevalece um tipo de estrutura que absorve luz de 229 nm a 276 nm, fora, portanto, da região da luz visível (Fig. 04). Daí a 'cor incolor' observada. Todavia, o aumento da basicidade do meio promove uma alteração na estrutura da fenolftaleína, que passa a absorver luz de 552 nm e refletir a cor vermelha.

Fonte: adaptado do artigo de Gouveia-Matos (1999).

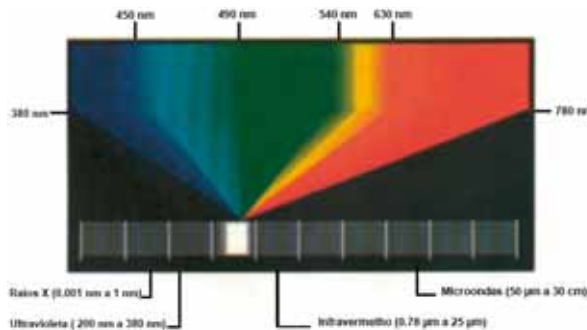


Fig. 04: o espectro eletromagnético.

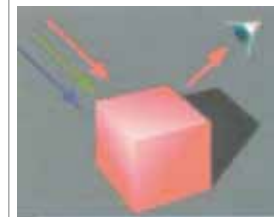


Fig. 01: objeto vermelho.

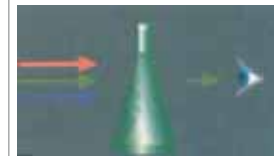


Fig. 02: objeto verde.

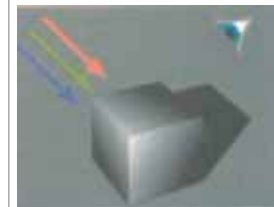


Fig. 03: objeto negro.

Saiba mais...

Assim como é possível perceber, pelo sabor, que um limão apresenta sabor ácido, existem substâncias que permitem detectar essa característica.

Os **indicadores ácido-base** são substâncias que permitem determinar se uma solução aquosa apresenta caráter ácido ou básico. Existem materiais desse tipo tanto naturais, a exemplo daqueles presentes em sucos de alguns vegetais, e sintéticos, como o azul de bromotimol. Esse último é largamente empregado na verificação da acidez em águas de piscinas e aquários.

Além desse método de se avaliar a acidez de uma solução aquosa, pode-se determinar essa característica pelo uso de um aparelho denominado pH-metro. Esse dispositivo eletrônico também permite determinar, com maior precisão, o valor da acidez ou basicidade de soluções aquosas.

QUESTÕES

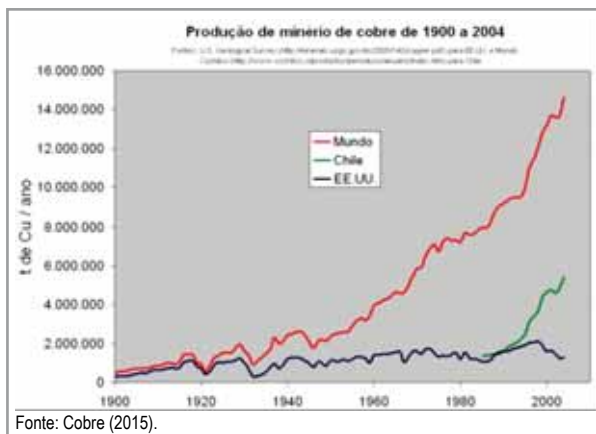
1. Cite alguns materiais e alimentos do uso diário, que não sejam neutros, e classifique-os quanto à acidez ou basicidade.
2. O que é um indicador ácido-base?
3. Qual a coloração esperada do suco de limão após a adição de algumas gotas de azul de bromotimol?



Folhas (repolho roxo), raízes (beterraba), flores (quaresmeira) e frutos (uvas) coloridos contêm substâncias orgânicas que podem, muitas vezes, serem empregadas como **indicadores ácido-base**. Para isso, é necessário extrair o material colorido, utilizando-se álcool ou água quente. Tais soluções de indicadores após serem obtidas devem ser mantidas sob refrigeração e usadas na brevidade possível devido a sua fácil degradação.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Uma importante propriedade dos materiais é a sua *condutividade elétrica*. Sabemos que os metais constituem exemplos de bons condutores elétricos de larga utilização pelo homem. O cobre é um dos metais mais utilizados em virtude dessa propriedade. É usado na fabricação de fios condutores de eletricidade assim como na indústria de equipamentos elétricos. O gráfico ao lado mostra a evolução da produção mundial de cobre.

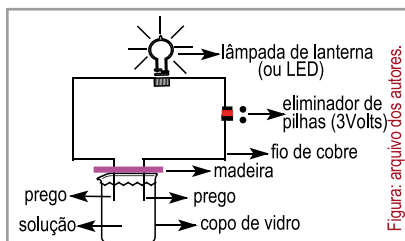


OBJETIVO DA PRÁTICA: verificar a condutividade elétrica de alguns materiais.

MATERIAIS E REAGENTES: seis copos pequenos de vidro, dois pires, testador de condutividade elétrica, água destilada, sal de cozinha, açúcar, vinagre, limpador com amoníaco, solução de ácido clorídrico diluído (1:10) e amostras de metais diversos (ferro, alumínio, latão, etc.).

COMO TESTAR A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE UM MATERIAL?

Um dispositivo que permite verificar a *condutividade elétrica* de um material consiste em um circuito elétrico composto por uma lâmpada acoplada a uma fonte de alimentação. Ao fechar o circuito, intercalando-o ao material a ser testado, a condutividade elétrica será verificada se a lâmpada acender. Observe, no desenho ao lado, o seu funcionamento. Um testador de condutividade elétrica, de baixa voltagem empregando-se LEDs, está descrito na seção EQUIPAMENTOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS.



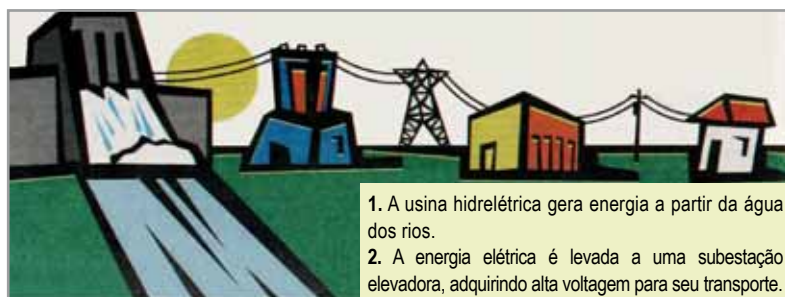
DESCARTE DE RESÍDUOS

Descarte diretamente na pia: água destilada e as soluções de água com sal e água com açúcar. Reserve para experimentos posteriores: sal de cozinha, açúcar e os metais. O ácido clorídrico (1:10) deve ser misturado ao limpador com amoníaco e descartado na pia do laboratório.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque cerca de 20 mL de cada um dos líquidos em diferentes béqueres, devidamente rotulados.
- Coloque os sólidos, sal de cozinha e o açúcar, separadamente, em dois pires.
- Teste a condutividade elétrica dos materiais relacionados na tabela ao lado com o auxílio de um testador de condutividade.
- Observe e anote os resultados na tabela ao lado.

MATERIAL	CONDUTIVIDADE
Água destilada	
Sal de cozinha	
Água com sal	
Açúcar	
Água com açúcar	
Vinagre	
Ácido clorídrico (1:10)	
Limpador com amoníaco	
Metais	



1. A usina hidrelétrica gera energia a partir da água dos rios.
2. A energia elétrica é levada a uma subestação elevadora, adquirindo alta voltagem para seu transporte.

3. No seu destino, a energia elétrica é levada por cabos às estações rebaixadoras para diminuir a voltagem.
 4. A energia elétrica é então conduzida por fios até as cidades, passando pelos transformadores dos postes que diminuem a voltagem da energia elétrica a 110 ou 220 V.
 5. As casas são ligadas, finalmente, aos postes por meio de fios permitindo o uso da energia elétrica em eletrodomésticos, iluminação e outros dispositivos elétricos.
- Fonte: adaptado de Calsavara (2001).



A palavra **aterramento** refere-se à terra propriamente dita. O aterramento é o fio ou a barra de cobre enterrado, por onde passa a corrente elétrica para o solo. Quando se diz que algum aparelho está aterrado (ou eletricamente aterrado) significa que um dos fios de seu cabo de ligação está propositalmente ligado à terra. Ao fio que faz essa ligação denominamos de "fio terra".

O fio terra tem a função de capturar a corrente elétrica que algumas vezes quer "fugir" do interior dos aparelhos defeituosos e conduzi-la para a terra, desviando-a do corpo das pessoas. Ele é fundamental para a proteção das pessoas contra os choques elétricos, absorvendo e encaminhando para a terra as correntes que "fugiram" dos aparelhos e para a proteção dos aparelhos elétricos contra picos de energia. Ele descarregará para a terra as correntes "fugitivas" e estabilizará as tensões quando ocorrer defeitos nas instalações.

Fonte: Coelba (2014).



A **eletricidade** pode ser gerada a partir da radiação solar pelo uso de células fotovoltaicas, em que cristais de silício contidos no painel do dispositivo a convertem em corrente elétrica sendo, a seguir, conduzida por fios elétricos de cobre. A foto ao lado mostra um painel de captação da luz solar para uma cabine telefônica.

Fonte: adaptado de Atkins e Jones (1997, p.199).



Raio atinge o prédio do Congresso Nacional durante chuva em Brasília. Fonte: Trovado (2006).

LEITURA RECOMENDADA

Anatomia de um fio

A vida moderna, cercada de artefatos elétricos, torna a sociedade dependente do uso da eletricidade. Onde existe eletricidade, existe fio. Lembro-me de quebrar a cabeça imaginando onde eu poria os 20 fios que interligavam os componentes do meu aparelho de som sem embolá-los. Solucionado o complicado problema estético, a mágica não falha jamais: é só conectar o fio na tomada, ligar o amplificador, o tocador de CD e a música jorra dos alto-falantes. A “alma” dessa mágica é a corrente elétrica, bilhões de trilhões de elétrons fluindo pelos fios e circuitos elétricos, como água em um rio. Dada a importância do fio em nossas vidas, ele merece ser mais bem compreendido.

Um fio comum é feito de dois materiais: uma substância condutora da eletricidade, como o cobre, e um material isolante, o plástico. O cobre é um excelente condutor de eletricidade porque os metais têm uma propriedade extremamente importante que pode ser entendida em grau atômico. Um átomo tem núcleo, feito de prótons e nêutrons, e elétrons girando em torno. Essa visualização do átomo como um minissistema solar não é propriamente correta, mas é suficiente. Átomos de elementos diferentes têm números diferentes de elétrons e prótons. O elemento mais simples, o hidrogênio, tem apenas um elétron e um próton. O cobre tem 29 de cada. O que difere os metais de outros elementos químicos é a facilidade com que o elétron que está na camada mais externa pode ser extraído. Esses elétrons fluem no fio, transportando carga elétrica de uma extremidade a outra.

Em analogia com uma cachoeira, a água “cai” do ponto mais alto ao mais baixo devido à atração gravitacional. Há uma “diferença de energia potencial gravitacional” entre o alto da cachoeira e a sua base. Tal energia pode ser interpretada como a possibilidade de um corpo suspenso cair. É só largar e deixar a gravidade fazer o resto.

A corrente elétrica funciona de modo semelhante à cachoeira. Em lugar da diferença de energia potencial gravitacional, temos uma diferença de potencial elétrico, que pode ser criada por uma bateria. A função da bateria é a mesma da diferença de altura na cachoeira: fazer com que cargas elétricas “caiam” de um potencial maior para um menor. No caso, a diferença de potencial existe entre as duas extremidades do fio.

A diferença de potencial elétrico extrai os elétrons exteriores dos átomos do metal que compõe o fio. No caso do metal sódio, existem 25 bilhões de trilhões de átomos por centímetro cúbico ($2,5 \times 10^{22}$ átomos/cm³), e cada um deles libera um elétron para a corrente elétrica. Os átomos dos metais, agora com um elétron a menos, se arranjam em estruturas geométricas extremamente regulares, como cubos ou pirâmides. E os elétrons fluem através dessas redes cristalinas como se elas não existissem. Existe sempre uma resistência ao movimento dos elétrons, que no caso dos metais, aumenta com a temperatura. Em altas temperaturas, a rede cristalina de íons (átomos que perderam elétrons) oscila mais vigorosamente, oferecendo maior resistência à passagem dos elétrons.

Mas, os metais não são os únicos elementos químicos usados na condução de eletricidade. A maioria dos circuitos elétricos modernos usa elementos semicondutores, como silício ou germânio, que formam cristais tão rígidos como o carbono forma o diamante. À temperatura ambiente ou mais baixa, esses elementos são ótimos isolantes. Mas, com um aumento de temperatura, é possível fazer com que alguns de seus elétrons passem a ser condutores. Os semicondutores são usados nos transistores, fundamentais nos circuitos de computadores, nos amplificadores, etc. O processador dos microcomputadores tem milhões de transistores integrados em dimensões microscópicas. Pense nisso quando você ligar o seu.

Fonte: adaptado de Gleiser (2001).

QUESTÕES

1. O que você entende por corrente elétrica?
2. Cloreto de sódio (NaCl) fundido conduz a corrente elétrica? Explique.
3. Por que o sal de cozinha puro e no estado sólido não conduz corrente elétrica?
4. É de se esperar que a água da torneira de sua casa conduza corrente elétrica? Justifique.
5. O cloreto de hidrogênio puro conduz corrente elétrica? Por quê?
6. Explique os resultados de cada procedimento da parte experimental, indicando quais as espécies responsáveis pela condutividade elétrica.
7. O que é maleabilidade, condutividade e ductibilidade de um metal?

Saiba mais...

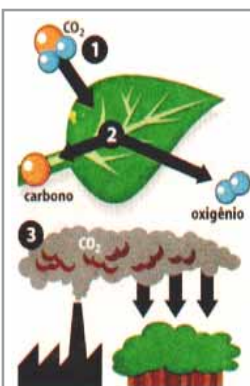
Os metais, como os mostrados abaixo, apresentam elétrons livres que podem proporcionar, sob determinadas condições, o fluxo de elétrons, também denominado de corrente elétrica. Para que os materiais apresentem essa propriedade, é necessário que **cargas livres** possam movimentar-se. No caso de soluções aquosas condutoras, são os íons livres os responsáveis pela condutividade elétrica.



Foto: arquivo dos autores.

Condutividade térmica e elétrica, maleabilidade e ductibilidade são propriedades características dos metais.

Os óxidos constituem uma classe de compostos em que o oxigênio apresenta-se combinado a outro elemento químico. Alguns desses compostos, como os dióxidos de carbono e enxofre, têm despertado grande interesse em virtude de estarem vinculados a graves problemas ambientais que vêm surgindo devido à atividade humana. A poluição atmosférica e suas consequências, tais como chuva ácida e efeito estufa, são provocadas, basicamente, por óxidos gerados pela queima de combustíveis resultantes de atividades como a produção industrial e a obtenção de energia.



SEQUESTRO BIOLÓGICO – como funcionam os sumidouros de carbono

1. Toda planta, para transformar energia solar em energia química, faz fotossíntese. Para tanto, ela absorve CO_2 do ar.
2. O CO_2 é combinado com água para formar açúcar e oxigênio. O carbono, na forma de açúcar, é fixado na biomassa da planta (folhas, caule e raízes). O oxigênio volta para a atmosfera.
3. Florestas em crescimento são capazes de absorver grandes quantidades de CO_2 . Daí serem usadas como "ralos" para o gás produzido em excesso pela queima de combustíveis fósseis.

Fonte: [Da Redação e Agências Internacionais] (2001).

OBJETIVO DA PRÁTICA: produzir um óxido ácido e um óxido básico

MATERIAIS E REAGENTES: pinça, bico de Bunsen, béquer, fita de magnésio*, enxofre em pó, soluções indicadoras (extrato de repolho roxo e alaranjado de metila ou azul de bromotimol), água destilada, tampa metálica de refrigerante, tubo conector em "U" de cobre ou mangueira de gasolina, lata de leite em pó, trompa d'água, rolhas de tubo de ensaio e frascos de papinha de bebê.

* Pode-se usar uma seção fina de eletrodo de sacrifício (foto) ou um pedaço de vareta de eletrodo para solda, devidamente decapada com esponja de aço.



Foto: arquivo dos autores.
Pequeno disco de magnésio pronto para ser queimado.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL



Foto: arquivo dos autores.
Dois frascos com indicador: Um para recolher o óxido formado e o outro servirá de comparação.

1. OBTENÇÃO DE UM ÓXIDO A PARTIR

DE UM METAL

- Com um arame, amarre o magnésio suspenso por um suporte (figura acima).
- Coloque a chama sob o magnésio e observe a combustão, **sem olhar diretamente para a chama (proteja sua visão, usando óculos escuros de soldador!)**.
- Iniciada a combustão, insira um frasco com extrato de repolho roxo no lugar da lamparina para que, no final da combustão, o óxido de magnésio obtido, MgO , seja recolhido. (Opcionalmente, faça esse procedimento com uma pinça e, ao término da reação, leve o produto ao frasco com indicador).
- Compare com o outro frasco contendo extrato de repolho roxo e anote os resultados na tabela abaixo.

2. OBTENÇÃO DE UM ÓXIDO A PARTIR

DO ENXOFRE

- Monte o esquema conforme as figuras ao lado. Um dos frascos contendo indicador servirá de comparação.
- Adicione $\frac{3}{4}$ do volume dos frascos com água e 20-30 gotas de indicador alaranjado de metila (ou azul de bromotimol).
- Acione a trompa d'água e inicie a combustão do enxofre contido na tampa de refrigerante, introduzindo-a imediatamente sob a lata (cuidado! Essa queima produz, principalmente, dióxido de enxofre, SO_2).
- Anote os resultados na tabela a seguir.

Tabela: principais características do SO_2 e MgO .

ÓXIDO	ESTADO FÍSICO	TIPO DE LIGAÇÃO	INDICADOR	COR DA SOLUÇÃO	CARÁTER ÁCIDO-BÁSICO
SO_2					
MgO					



Foto: arquivo dos autores.
A trompa d'água e o frasco estão conectados por meio de mangueira de combustível ou tubos de cobre.



Foto: arquivo dos autores.
Conexão do tubo com a lata por meio de um bico de pneu de moto sem o miolo.



Foto: arquivo dos autores.
Na tampinha, enxofre em combustão, pronto para ser inserido sob a lata.



Foto: arquivo dos autores.
Conexões com tubos de cobre e vedação no frasco coletor com tampas de borracha de frascos de medicamentos injetáveis.

ALERTA DOS AUTORES: deve ser efetuado com cuidados redobrados em relação à segurança. Execute em local bastante arejado ou no interior de uma capela de exaustão eficiente, pois serão gerados vapores tóxicos. Evite aspirar os vapores do experimento.

O enxofre queima produzindo uma chama azul pálido e gera o gás dióxido de enxofre (SO_2). Esse gás, também conhecido como anidrido sulfuroso, é incolor, denso, irritante e tóxico.



DESCARTE DE RESÍDUOS

Acrescente os resíduos alcalinos gerados no procedimento 1 aos resíduos ácidos gerados no procedimento 2. Após breve agitação descarte diretamente na pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- **SO₂ – dióxido de enxofre:** utilizado para eliminar micro-organismos em tonéis de vinho. Por oxidação, gera SO₃, empregado na fabricação do ácido sulfúrico.
- **CO₂ – dióxido de carbono:** usado em extintores de incêndio e na gaseificação de bebidas como água e refrigerantes.
- **MgO – óxido de magnésio:** sua reação com água produz hidróxido de magnésio, Mg(OH)₂, componente do leite de magnésia.
- **CaO – óxido de cálcio:** utilizado na produção da argamassa e em pinturas de muros e meio-fio. Trata-se da *cal virgem*, um óxido básico.
- **ZnO – óxido de zinco:** contido nas chamadas *pastas d'água*, usadas na pele em casos de queimaduras e assaduras.

ÓXIDO	MINÉRIO	METAL
SnO ₂ – óxido de estanho IV	cassiterita	estanho
Fe ₂ O ₃ – óxido de ferro III	hematita	ferro
Al ₂ O ₃ – óxido de alumínio	bauxita	alumínio

Alguns metais são obtidos pela extração de seu minério correspondente. Muitas vezes, é constituído por um **óxido**, como os mostrados na tabela acima.



Foto: arquivo dos autores.

Um conservante utilizado em bebidas como vinho é o **dióxido de enxofre (SO₂)**, um óxido ácido. Na sua presença, ocorre a inibição da proliferação de microorganismos indesejáveis na bebida, mantendo-a própria para o consumo por mais tempo.

LEITURA RECOMENDADA

As chuvas ácidas

Em 1872, um inspetor de saúde pública inglês chamado Robert Angus Smith fez uma genial descoberta. Os compostos de enxofre, existentes nos gases que se desprendem durante a queima do carvão nas fornalhas, transformam-se, no ar, em ácido sulfúrico, que se precipita com as gotas de chuva. São, assim, responsáveis pela corrosão dos metais, alteração das cores das pinturas, desgaste das pedras das construções e pela má qualidade das águas, mesmo em áreas situadas a muitos quilômetros de distância das cidades. Smith deu ao fenômeno a denominação de *chuva ácida* e escreveu um livro a respeito: *Ar e chuva: fundamentos de uma climatologia química*. Mas foi, na década de 1980, que os técnicos e os governantes realmente passaram a reconhecer a importância da descoberta do inglês. E isso por causa de várias catástrofes de grandes proporções que têm ocorrido em lagos e florestas situados tanto na América do Norte como na Europa. Mais de duzentos lagos no estado de Nova Iorque, nas montanhas de Adirondack, tornaram-se completamente mortos e estéréis por causa das chuvas ácidas. Inúmeros outros lagos,

extremamente belos e ricos de vida, situados nos estados de Minnesota e Ontário, nas fronteiras dos Estados Unidos com Canadá, distantes centenas de quilômetros de qualquer cidade ou centro industrial importante, estão seguindo o mesmo caminho.

Nos países do norte da Europa, na Península Escandinava, cerca de 20 mil lagos estão sendo destruídos por causa dos ácidos formados a partir de poluentes originados das indústrias britânicas, alemãs e francesas. Além disso, algumas florestas, como a famosa Floresta Negra, na Europa, estão morrendo em consequência do mesmo fenômeno.

No Brasil, vários estudos vêm sendo realizados a respeito de precipitações ácidas, especialmente em São Paulo, na Serra do Mar, junto ao complexo industrial de Cubatão, e nos estados do Sul, onde se localizam grandes reservas de carvão e grandes usinas termoeletricas, que o utilizam como combustível. O aspecto mais dramático, entretanto, desse tipo de fenômeno é a grande distância e as enormes áreas que podem se atingidas pelos seus efeitos nocivos.

Fonte: adaptado de Branco (1990, p.61-62).

Saiba mais...

Os óxidos apresentam a seguinte classificação quanto ao caráter ácido-base:

Óxido ácido – reage com a água e produz um ácido: $\text{óxido ácido} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ácido}$

Óxido básico – reage com a água e produz uma base: $\text{óxido básico} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Base}$

QUESTÕES



Uma consequência da **chuva ácida** encontra-se vivamente ilustrada nas fotografias de uma região de florestas na Alemanha, mostradas ao lado. A da esquerda, foi fotografada em 1970 e a da direita, em 1983.

Fonte: Atkins e Jones (1997, p.535).

1. Explique o que é a chuva ácida e como ela é formada.

3. Descreva, utilizando a equação química apropriada, o fenômeno de queima do magnésio metálico.

4. Qual a reação química ocorrida quando você introduziu o produto da reação de combustão do magnésio na água?

5. Faça uma lista de óxidos conhecidos por você, que podem ser encontrados no dia a dia. Classifique-os em óxidos ácidos e óxidos básicos.

6. Explique a mudança da coloração da solução mostrada na foto ao lado quando comparada com a cor da solução da foto da página anterior. Escreva a equação da reação química correspondente.



Ambientalista pendura faixa em central energética na Holanda.

Fonte: [Da reportagem local e Agências Internacionais], (2001).

2. Por que as usinas termoeletricas causam maior impacto ambiental do que as hidrelétricas?



Foto: arquivo dos autores.

EVIDÊNCIAS DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Ocorre **reação química** quando uma ou mais substâncias transformam-se em outras, caracterizando, assim, um fenômeno químico. Uma série de transformações químicas acontece constantemente a nossa volta, nos mais diferentes ambientes. Exemplos de reações químicas podem ser observados num prego enferrujado, quando a manteiga fica rançosa, na queima de gás de cozinha (GLP) e outros combustíveis ou ainda na liberação de gás oxigênio quando se aplica água oxigenada (solução aquosa diluída de peróxido de hidrogênio, H_2O_2) em uma ferida. Muitas reações podem ser úteis ao ser humano, como aquelas que são realizadas nas indústrias e laboratórios. Outras reações, como a corrosão de metais e a ação da chuva ácida sobre os monumentos de mármore, devem ser evitadas porque causam prejuízos.

Existem, todavia, alguns fatores que acusam a ocorrência de uma reação química. Alguns desses fatores serão tratados neste experimento.



Os pregos de ferro (à direita) apresentam ferrugem devido à oxidação pelo contato com o oxigênio do ar. Essa reação química leva à transformação do ferro em óxido de ferro, a própria ferrugem. Para proteger a superfície metálica do ferro, utiliza-se recobri-lo com uma fina camada de zinco, em um processo denominado **galvanização**. Isso evita a corrosão rápida do ferro galvanizado, como dos parafusos (à esquerda).

OBJETIVO DA PRÁTICA: verificar algumas evidências de que uma reação química esteja ocorrendo.

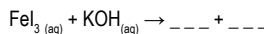
MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, béquer, pinça, isqueiro ou bico de Bunsen, vinagre incolor (contém ácido acético - CH_3COOH), bicarbonato de sódio - $NaHCO_3$ - lixívia de cinzas*¹, esponja de aço (liga de ferro) e solução alcoólica de iodo².

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. LÃ DE AÇO E TINTURA DE IODO

- Coloque em um tubo de ensaio de 2 mL de tintura de iodo e igual volume de água, homogeneizando por agitação.
- A seguir, mergulhe na solução um chumaço previamente esticado de lã de aço com o auxílio de uma pinça metálica.
- Agite o tubo de ensaio até cessarem as mudanças. Retire a esponja de aço e reserve essa solução.
- Anote suas observações e complete a equação química mostrada ao lado, considerando a formação do íon Fe^{3+} .

* LIXÍVIA DE CINZAS: é obtida pela filtração da suspensão aquosa de cinzas. A solução contém hidróxido de potássio (KOH).



2. IODETO DE FERRO III E LIXÍVIA DE CINZAS (CONTÉM HIDRÓXIDO DE POTÁSSIO)

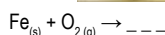
- Acrescente algumas gotas de lixívia de cinzas ao tubo de ensaio que contém a solução obtida no procedimento anterior.
- Anote suas observações e complete a equação química mostrada ao lado.

3. VINAGRE E BICARBONATO DE SÓDIO

- Em um béquer, adicione uma espátula de bicarbonato de sódio, dissolvendo-o em um pouco de água.
- Em seguida, acrescente algumas gotas de vinagre branco.
- Anote suas observações e complete a equação química mostrada ao lado.

4. QUEIMA DE LÃ DE AÇO


- Com uma pinça, leve um pequeno pedaço de esponja de aço até a chama de um isqueiro ou bico de Bunsen.
- Após a queima da esponja de aço, anote suas observações e complete a equação química mostrada ao lado, considerando a formação de Fe^{3+} .



DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos gerados no procedimento 1 são empregados no procedimento 2. Os resíduos gerados no procedimento 2 e 3 podem ser descartados diretamente na pia do laboratório. Os resíduos gerados no procedimento 4 devem ser descartados diretamente na lixeira do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



• Nos **bafoômetros** utilizados pela polícia para detectar o uso de bebidas alcoólicas por motoristas suspeitos de estarem embriagados, a mudança da coloração indica a presença de uma substância produzida pela reação do álcool etílico (etanol) “baforado” pelo condutor do veículo (B). O elemento cromo na foto (A) apresenta-se como $K_2Cr_2O_7$, e em (B) trata-se do $Cr_2(SO_4)_3$.

Fonte: adaptado de Braathen (1997).



As imagens ao lado mostram a água turva, previamente alcalinizada com barrilha, carbonato de sódio – Na_2CO_3 – comercial, a ser tratada (A); proveta contendo solução aquosa de sulfato de alumínio – $Al_2(SO_4)_3$ – que tem a função de agente **floculante** (B); adição do agente flocculante à água em tratamento (C) e por fim, a água límpida após um tempo de **decantação** (D). Essas são as etapas básicas empregadas no tratamento de água. Após a adição de cloro, fluor e correção da acidez, a água é distribuída para consumo.



• Na produção de pães e bolos, o CO_2 é **liberado** deixando o produto “fofo”. Se você colocar muito fermento, o bolo ficará com gosto acentuado do fermento ou muito macio a ponto de ‘quebrar’, dificultando rechear ou cortar. A formação do gás carbônico (CO_2) pode-se conseguir por meio da ação de microorganismos de fermento biológico ou pela decomposição térmica do bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) do fermento químico.

LEITURA RECOMENDADA

Ouro ou banhado?

Há instituições autorizadas para efetuar empréstimos designados como *penhor* de objetos de valor (como jóias, eletrônicos, diamantes e pedras preciosas, etc.), onde o mutuário deixa, por exemplo, peças de ouro como garantias do empréstimo. É verificado o peso do material, assim como a sua composição e estado de conservação. No entanto, existem no mercado várias peças confeccionadas com metais comuns e que são apenas envolvidas com uma finíssima película de ouro (banho de ouro ou folheado a ouro). Como diferenciar se uma peça é de ouro ou apenas banhada se os aspectos visuais de ambas são parecidos? A resposta é simples. O que se faz é extrair uma pequeníssima amostra do

material, colocando-a em contato com uma solução que contém ácido nítrico, HNO_3 . Se não houver reação, pode-se tratar de ouro, pois esse metal não reage com a solução. No entanto, em se tratando de um metal comum, como os usados em peças banhadas a ouro, ocorrerá uma reação química que é evidenciada pela liberação de um gás. Normalmente, as peças banhadas apresentam cobre como metal de base, que reage com o ácido nítrico, liberando o monóxido de nitrogênio, $NO(g)$. Dessa forma, a evidência da reação química é a liberação do gás, mostrando a existência de um reagente constituído por metal que não o ouro.

Fonte: texto dos autores.



Saiba mais...

Algumas das evidências de que uma reação química está ocorrendo são descritas abaixo.

1. A intensidade da coloração de uma solução depende da quantidade da substância dissolvida. Assim, a **mudança da coloração** de uma solução indica a ocorrência de uma reação química, uma vez que se evidencia o consumo de reagente ou a formação de produto.
2. A formação de um **precipitado**, consistindo na produção de uma substância sólida insolúvel que se depositará no fundo do recipiente, indica a ocorrência de uma reação química.
3. Uma **substância volátil**, ao ser produzida, “escapa” da solução devido ao seu baixo ponto de ebulição. Dessa forma, o desprendimento de uma substância gasosa pode indicar a ocorrência de uma reação química.
4. A **mudança da temperatura** também pode evidenciar uma reação química. Isso porque os fenômenos químicos são acompanhados de perda ou ganho de energia, indicados pela variação da temperatura ou liberação de luz. Observe que, de um modo geral, as evidências de uma reação química estão relacionadas com a verificação do consumo de um reagente ou da formação de um produto.

QUESTÕES

1. Forneça os nomes dos produtos formados em cada procedimento executado nesta experiência.
2. Qual a substância contida no *vinagre* que fez parte da reação?
3. Indique, em cada procedimento, a evidência de que ocorreu uma reação química.
4. Equacione a reação entre o bicarbonato de sódio (presente em alguns antiácidos estomacais) e o ácido clorídrico (presente no suco gástrico).
5. Escreva as equações da neutralização do ácido clorídrico com: a) hidróxido de magnésio; b) hidróxido de alumínio; c) carbonato de cálcio.



Medicamentos usados para combater a acidez estomacal contendo, dentre outros, hidróxido de magnésio, hidróxido de alumínio, carbonato de cálcio, carbonato de sódio e bicarbonato de sódio.

REATIVIDADE DOS METAIS

Os metais apresentam diferentes comportamentos no que tange à sua reatividade – tendência de reagir com outras substâncias. Essa tendência varia de acordo com a capacidade do metal em perder elétrons. Diante de estudos sistemáticos e comparativos, pode-se observar a diferença no comportamento dos metais quando em contato com determinados reagentes.

Nesta experiência, serão apresentados ensaios que mostram o comportamento do ferro e cobre metálicos frente a alguns reagentes.

Tais ensaios permitem observar e comparar a reatividade desses metais. Esse estudo pode ser realizado com outros metais de modo a estabelecer a reatividade relativa deles.

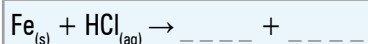
OBJETIVO DA PRÁTICA: realizar e estudar algumas reações, envolvendo metais.

MATERIAIS E REAGENTES: dois tubos de ensaio, béquer de 100 mL (ou um copo pequeno de vidro), espeto ou palito de madeira, esponja de aço, uma bexiga, uma agulha de seringa, um tubo conector (mangueira) de plástico de aproximadamente 20 cm, um pequeno pedaço de cobre (pode ser um fio de cobre desencapado) ácido muriático e solução de sulfato de cobre II (2,0 g do sal dissolvidos em 100 mL de água destilada).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

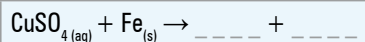
1. LÃ DE AÇO E ÁCIDO MURIÁTICO

- Em um tubo de ensaio, coloque um pequeno pedaço de esponja de aço.
- Adicione gotas de ácido muriático. Tampe o tubo com a rolha na qual já está atravessada a agulha previamente conectada na bexiga.
- Observe e anote o resultado abaixo, considerando a formação do íon Fe^{2+} .
- Retire a agulha com o gás coletado, mantendo a bexiga apertada na ponta para não escapar o gás.
- Promova, **com cuidado**, a queima do gás.



2. LÃ DE AÇO E SOLUÇÃO DE SULFATO DE COBRE II

- Em um béquer, contendo solução de sulfato de cobre, insira um pequeno pedaço de esponja de aço com o auxílio de um espeto ou palito de madeira.
- Agite a esponja de aço por alguns instantes, utilizando o espeto de madeira. Aguarde alguns minutos, observe e anote o resultado abaixo, considerando a formação do íon Fe^{2+} . (Verifique se há mudanças ocorridas na solução aquosa).



- Retire o sólido do béquer e à solução resultante adicione um pedaço de fio de cobre, observando se ocorre alguma reação química. Explique o resultado em termos de reatividade dos metais cobre e ferro.

3. FIO DE COBRE E ÁCIDO MURIÁTICO

- Coloque em um tubo de ensaio um mililitro de ácido muriático e acrescente um pedaço de fio de cobre desencapado e limpo.
- Deixe-os em contato por alguns minutos e procure alguma evidência de reação química.



O dirigível Hindenburg, construído na Alemanha, aterrissado em Lakehurst, Nova Jersey, EUA, em 1936. Durante os seus vôos era sustentado no ar por 200 mil metros cúbicos de hidrogênio. Nos primórdios da utilização dos balões, o hidrogênio era obtido por meio da reação entre o **ácido muriático** e o **ferro metálico**.

Fonte: adaptado de LZ Hindenburg (2015).



DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos gerados no procedimento 1 devem ser filtrados em um filtro de papel (para coar café) e lavados com água. Os sólidos devem ser descartados na lixeira do laboratório e o filtrado deve ser neutralizado com um pouco de bicarbonato sólido e descartado diretamente na pia do laboratório.

Os resíduos gerados no procedimento 2 devem ser filtrados em um filtro de papel (para coar café) e lavados com água. Os sólidos devem ser descartados na lixeira do laboratório e o filtrado, descartado na pia do laboratório.

O fio de cobre usado no procedimento 3 deve ser lavado com água e reservado para experimentos posteriores. A solução ácida deve ser diluída, neutralizada com bicarbonato de sódio e descartada na pia do laboratório.

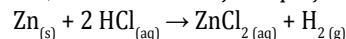


Solução de sulfato de cobre II que será utilizada no experimento.

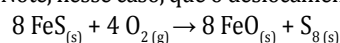
ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Na **proteção de um metal contra a corrosão**, pode-se revestir sua superfície com outro metal cuja dificuldade de corrosão seja maior. É o caso dos banhos metálicos, como **cromação**, **douração** e **niquelação**. Também ocorre com as latas de conserva de alimentos, que é revestida de estanho para dificultar a corrosão do ferro.

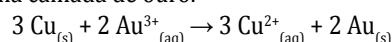
- Na **produção de hidrogênio, H₂**, em laboratório, pela reação do ácido clorídrico com um metal apropriado, como o zinco. Veja a equação química representativa:



- Na produção de **óxidos metálicos** a partir de sulfetos, como a pirita, representada pela equação a seguir. Note, nesse caso, que o deslocamento ocorre entre ametais.



- Na **fabricação de semi-jóias**, os *folheados*, com o recobrimento de um metal comum por uma fina camada de ouro.



Nas latas de conserva, o ferro é protegido contra a **corrosão** por uma fina camada de estanho.

LEITURA RECOMENDADA

Passivação

Apesar de ser um material pouco nobre, objetos de alumínio não sofrem corrosão ordinária quando expostos à atmosfera úmida. A explicação a essa aparente contradição reside no fato de, uma vez exposto ao ar, o metal ficar revestido por uma fina película de óxido de alumínio (Al₂O₃), que, apresentando alta aderência, protege a peça do subsequente ataque corrosivo. Esse fenômeno, chamado de passivação, é o mesmo que protege o aço inox e os materiais cromados e niquelados da corrosão.

Fonte: Canto (2004, p. 109).



Saiba mais...

De um modo geral, as equações químicas são formuladas mostrando os reagentes separados dos produtos por meio de uma seta, como no exemplo a seguir: **SUBSTRATO + REAGENTE → PRODUTOS**; em que o substrato é a substância a ser modificada e o reagente é a substância que irá modificar o substrato, produzindo, como resultado, substâncias denominadas produtos da reação química.

Como demonstrado nos experimentos realizados, os metais (substrato da reação) sofrem a ação de substâncias em solução (reagente), levando à formação dos correspondentes produtos. Assim como foram feitos testes envolvendo os metais empregados acima, poderão ser utilizados diferentes metais em experimentos análogos para observar seus comportamentos relativos (reatividade).

Os metais apresentam diferentes comportamentos conforme mostra a ordem de reatividade dada a seguir. Um elemento mais reativo – metal – pode sofrer a ação do íon de outro elemento menos reativo – substrato – causando uma reação química. A seguir, é mostrada uma ordem de reatividade comparativa entre alguns metais, incluindo o hidrogênio ácido. Essa relação foi estabelecida com base puramente experimental, por meio da observação das reações, envolvendo os metais.

Reatividade relativa entre metais e hidrogênio

metais família 1A – metais família 2A – Al – Zn – Fe – Ni – Pb – H – Cu – Hg – Ag – Pt – Au

← aumenta a reatividade

aumenta a nobreza →

Obs.: uma maneira de entender melhor a reatividade dos metais é considerar que um metal é **REATIVO** quando tem forte tendência de transformar-se em cátion. De outro lado, um metal é **NOBRE** quando tem forte tendência de permanecer na forma de átomo neutro.

QUESTÕES

1. Indique as evidências das reações químicas ocorridas no experimento.
2. O que você entende por nobreza de um metal?
3. Como você poderia identificar o gás produzido no laboratório, relativo ao Experimento 1?
4. Por que, apesar de ser um metal mais reativo, o alumínio é mais resistente à corrosão que o ferro?
5. Escreva a equação da reação química correspondente à corrosão de um telhado de zinco atingido por uma chuva ácida.

Obs.: admita o ácido sulfúrico – H₂SO₄ – como constituinte da chuva ácida.



Pepita e um lingote de **ouro**.

6. Alguns metais são encontrados na natureza sob a forma elementar, como o ouro da pepita mostrada na foto acima. Outros são encontrados na forma combinada com outros elementos, constituindo o que denominamos de minerais. Explique essa diferença de comportamento dos metais.

REAÇÕES DE ÍONS EM SOLUÇÃO AQUOSA

Acidentes, como o mostrado na fotografia ao lado, são relativamente comuns e podem causar sérios danos à natureza. Se o conteúdo derramado nesse acidente atingisse um curso de água, fatalmente implicaria morte dos seres vivos nele existentes, além de afetar sua qualidade, tornando a água imprópria para o consumo. Para conter os efeitos do ácido sobre o meio ambiente, os bombeiros espalham cal sobre o material derramado com o objetivo de promover a sua neutralização. A cal empregada consiste essencialmente em hidróxido de cálcio. A reação de neutralização que ocorre entre o ácido clorídrico e o hidróxido de cálcio constitui um exemplo de reação em meio aquoso.

OBJETIVO DA PRÁTICA: realizar e estudar alguns exemplos de reações químicas, envolvendo íons em solução aquosa.

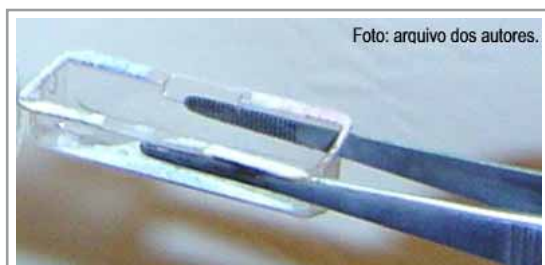


FOTO 1 – Reagente colocado em um protetor de lâmina de barbear, usado como recipiente.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque no frasco de gargalo longo cerca de 20 mL de água, adicione trinta gotas de ácido clorídrico comercial (aproximadamente 8,3 mol/L) e um pouco do indicador. Observe a coloração da solução.
- Com o auxílio de uma espátula, coloque dentro do protetor de lâmina de barbear descartável 2,0 gramas de bicarbonato de sódio, utilizando uma balança (Foto 1).
- Em seguida, com o frasco na posição horizontal, coloque o protetor de lâmina com o bicarbonato de sódio no gargalo do frasco, de modo a não entrar em contato com o líquido até que o procedimento seja finalizado (Foto 2).
- Feche o frasco com a tampa devidamente acoplada à mangueira.
- Coloque 5 mL de água de cal no tubo de ensaio.
- Conecte a outra extremidade da mangueira no tubo de ensaio de boca larga, deixando a mangueira mergulhada no líquido, como mostrado no esquema ao lado.
- Agora, vire o frasco para que o bicarbonato de sódio seja dissolvido na solução de ácido clorídrico. Observe a reação e a coloração da solução resultante.
- Observe o que ocorre com a solução presente no tubo de ensaio.
- Escreva as equações químicas relativas aos fenômenos observados.



Caminhão com ácido sulfúrico tomba na Marginal Tietê. Foi necessário remover o caminhão e jogar cal na pista para conter o ácido.

Fonte: adaptado de Romero (2010).

MATERIAIS E REAGENTES: balança, pinça, um frasco de gargalo longo transparente, mangueira plástica para conexão de diâmetro externo 4,0 mm, um tubo de ensaio de boca larga, conta-gotas, um protetor de lâminas de barbear descartável (foto ao lado), bicarbonato de sódio, água, ácido clorídrico comercial¹, indicador (suco de repolho roxo) e água de cal¹ (solução saturada de hidróxido de cálcio).

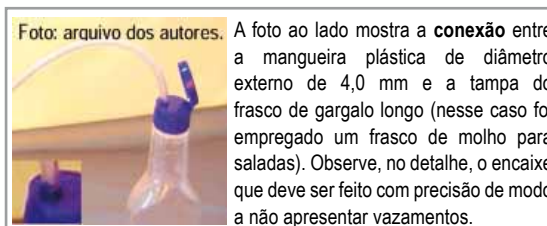


Foto 2 – Disposição dos reagentes de modo a não manter contato até a montagem do experimento. Observe o frasco transparente de gargalo longo.



FOTO 2 – Disposição dos reagentes de modo a não manter contato até a montagem do experimento. Observe o frasco transparente de gargalo longo.

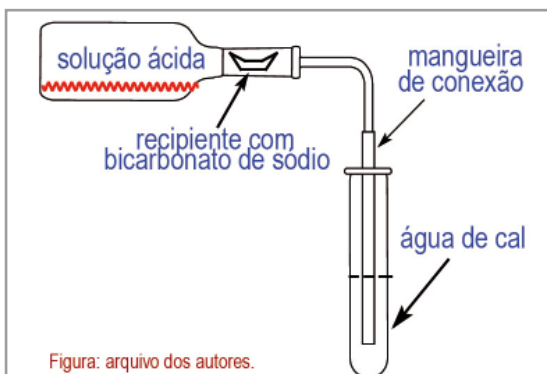


Figura: arquivo dos autores.

Esquema para processar as reações de produção e detecção do dióxido de carbono.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos do tubo de ensaio devem ser misturados à solução contida no frasco. Neutralize a solução resultante e descarte-a diretamente na pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Os **antiácidos estomacais** reagem com o ácido clorídrico presente no estômago, corrigindo o excesso de acidez. Os componentes ativos dos antiácidos são, em geral, o bicarbonato de sódio e o carbonato de sódio (antiácidos efervescentes), o hidróxido de alumínio e o hidróxido de magnésio.
- Na **produção de ácido clorídrico**, por meio da reação entre cloreto de sódio e ácido sulfúrico.
- Na **produção de sais** em geral, na indústria química, pela reação entre um ácido e uma base.



• Nas **estações de tratamento de água**, são utilizados produtos químicos capazes de reagir, formando sólidos que aderem à “sujeira” da água, limpando-a. Na foto, técnico observa vidros de água sem tratamento e tratada.

Fonte: adaptado de Viveiros (2004).

LEITURA RECOMENDADA

Fertilizantes minerais

Dentre os cerca de 20 elementos que figuram na composição dos vegetais, o nitrogênio, o fósforo e o potássio são geralmente os que existem no solo em quantidades insuficientes para permitir um crescimento e uma produtividade máxima das plantas cultivadas. Esses três elementos constituem, pois, segundo a lei do mínimo, os *fatores limitantes* do crescimento vegetal. Por conseguinte, N, P e K são os constituintes principais dos *chamados fertilizantes sintéticos minerais* ou “adubos químicos”.

Na indústria, os fertilizantes *nitrogenados* podem ser obtidos nas seguintes formas:

Sulfato de amônio: produto da reação do hidróxido de amônio com o ácido sulfúrico, é um sal cristalizado, estável, solúvel em água, conservando-se com facilidade. Constitui um fertilizante bastante empregado quando o solo apresenta falta de enxofre, elemento que existe no sulfato ao lado do nitrogênio.

Cloreto de amônio: é um sal cristalizado, branco, conseguido por reação com o ácido clorídrico. Possui as mesmas propriedades que o sulfato de amônio, menos a presença de enxofre.

Nitrato de amônio: combinação do hidróxido de amônio com o ácido

nitrico, é um fertilizante muito empregado por seu alto teor de nitrogênio.

Nitrato de cálcio: é obtido pela reação entre carbonato de cálcio (calcário comum) e ácido nítrico. Se, em vez de carbonato simples, for usada a *dolomita* (carbonato de cálcio mais carbonato de magnésio), obtém-se o nitrato de cálcio e o nitrato de magnésio, utilizado quando há falta desse último elemento.

Os fertilizantes *fosforados* mais usados são os superfosfatos, obtidos da reação entre o fosfato natural (apatitas) e o ácido sulfúrico.

O potássio é um elemento sempre presente, em quantidades relativamente grandes (20% a 30%), nas cinzas provenientes da queima dos vegetais. Seu próprio nome vem de *potash*, “cinza de pote”, provavelmente pelo uso milenar que é feito dessas cinzas para a fabricação artesanal de sabão, lixívia e clarificante. Existindo nas cinzas, significa que faz parte obrigatória da composição dos vegetais, sendo elemento importante em sua formação. As principais fontes minerais de potássio para a fabricação de fertilizantes sintéticos são o *cloreto de potássio*, de origem natural, e o *sulfato de potássio*, obtido da reação do primeiro com o ácido sulfúrico.

Fonte: Branco e Cavinato (1999).

Saiba mais...

De um modo geral, as reações em solução aquosa envolvendo íons, como as de neutralização ácido-base, podem ser representadas, por exemplo, pela equação química: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

Existem condições para que ocorra uma *reação entre íons em solução aquosa*. Essas reações ocorrem devido à formação de espécies químicas que se separam da solução aquosa (um **precipitado** – sólido – ou uma **substância volátil** – gás) ou pela formação de uma espécie **pouco dissociável**, como a água no exemplo acima.

QUESTÕES

1. Escreva a equação da reação entre o ácido nítrico e o óxido de cálcio. Dê os nomes dos produtos formados.
2. Faça o mesmo para a reação de neutralização que ocorre no estômago de uma pessoa que ingere hidróxido de alumínio para combater a acidez estomacal.
3. Por que a chuva ácida acelera o processo de corrosão do mármore, como mostram as fotos ao lado? Use equações químicas em sua resposta.
4. Poderia ser utilizado o calcário, CaCO_3 , em vez de óxido de cálcio para neutralizar o ácido derramado no acidente mostrado? Justifique.
5. Equacione as reações químicas de obtenção dos seguintes sais empregados na fabricação de fertilizantes minerais nitrogenados: sulfato de amônio, cloreto de amônio, nitrato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de magnésio.
6. Mostre a equação da reação de obtenção do sulfato de potássio a partir do cloreto de potássio e ácido sulfúrico. Qual a utilização do sulfato de potássio?
7. Uma das etapas do tratamento de água para consumo humano é a formação de flóculos de hidróxido de alumínio a partir do sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio. Equacione essa reação química e pesquise como esses flóculos agem na remoção das partículas sólidas em suspensão presentes na água antes do tratamento.



Fotografias exibem a ação da chuva ácida sobre uma estátua de **mármore**, localizada na Alemanha, em um período de 60 anos.

Fonte: Snyder (1995, p. 357).

TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

Quando um material apresenta-se no estado gasoso, a distância entre as partículas constituintes é relativamente grande se comparado com os estados sólido e líquido. Com isso, o estado gasoso apresenta algumas propriedades acentuadamente características, dentre as quais as **transformações gasosas** para uma massa fixa de gás. Nelas são modificadas as variáveis de estado do sistema gasoso: o VOLUME, a TEMPERATURA e a PRESSÃO. Esse tipo de fenômeno tem sido explorado para o desenvolvimento de equipamentos importantes para o ser humano, como geladeiras, aparelhos de ar condicionado, compressores, dentre outros.

Neste experimento, verificaremos, de um modo simples e qualitativo, como essas transformações acontecem.

OBJETIVO DA PRÁTICA: realizar e estudar transformações de uma massa fixa de um gás a volume, temperatura e pressão constantes.



Apesar da cabine do avião ser pressurizada, essa pressão é inferior (equivalente a uma altitude de 2.500 metros) a do nível do mar. Por isso, não se deve viajar de avião após um tratamento de canal. “Embarque três dias depois do fim do tratamento”, diz o médico Marco Antônio Montenegro, da Academia Internacional de Medicina Aérea e Espacial. Canal recém-tratado pode ter um pouco de gás que, com a **diferença de pressão** na cabine, se expande, causando dor.

Fonte: adaptado de Sem dor.(2001).

MATERIAIS E REAGENTES: extintor de incêndio de carros (com carga de validade vencida), kitassato com rolha de borracha, mangueira para vácuo, trompa d’água, bexiga comprida, seringa de vidro, vidro de injetáveis com tampa de borracha, béquer, água, lamparina a álcool para aquecimento e termômetro.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. TRANSFORMAÇÃO ISOCÓRICA

- Verifique sob temperatura ambiente a pressão do gás contido no extintor de incêndio, no manômetro do equipamento (FOTO 1). Anote a pressão e a temperatura.
- Prenda o termômetro junto ao extintor por meio de elásticos.
- Em seguida, coloque o conjunto extintor e termômetro dentro de um freezer.
- Após cerca de 30 minutos, observe a temperatura e a pressão indicadas no termômetro e no manômetro (FOTO 2), anotando como variaram essas duas grandezas na transformação. Se necessário, desembalar com um pano a superfície do termômetro e do manômetro para facilitar as leituras.



2. TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

- Introduza o balão, parcialmente cheio e amarrado pela sua boca, no fundo do kitassato, vedando-o perfeitamente com uma rolha de borracha conforme a foto mostrada ao lado.
- Conecte o kitassato, pela saída lateral, à trompa d’água por meio de uma mangueira que suporte pressão ou vácuo (por exemplo, mangueira trançada para gás de cozinha).
- Acione a trompa d’água e observe como varia o volume do balão à medida que a pressão é reduzida no interior do kitassato.



DESCARTE DE RESÍDUOS
Esses procedimentos não geram resíduos..

3. TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

- Coloque o vidro de medicamento injetável tampado em um banho de gelo. Atravesse a tampa de borracha com a agulha acoplada à seringa e o êmbolo totalmente abaixado (fig. 1).
- Transfira o recipiente para um banho de água quente e observe como variaram o volume e a temperatura do ar dentro do sistema (fig. 2).

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Em **motores a explosão**, como os de automóveis e caminhões, a expansão dos gases produzidos na combustão aciona as rodas do veículo por meio de um dispositivo mecânico.
- Nos **compressores**, o ar é comprimido, à temperatura constante, e depois é expandido para, por exemplo, encher um pneu.
- Para se recuperar uma bolinha de pingue-pongue amassada, é comum colocá-la em água quente para que o ar contido em seu interior seja **expandido**, fazendo com que a parede da bolinha volte à posição normal.



• A **compressibilidade** de um gás possibilita seu armazenamento em botijões, como o GLP.

LEITURA RECOMENDADA

Refrigerador: máquina que mantém as coisas em seu interior mais frias do que no ambiente

Uma substância chamada **refrigerante** circula por um refrigerador. O refrigerante é um vapor frio a baixa pressão quando entra em uma bomba compressora. A bomba o envia como um gás quente a alta pressão por um tubo externo, chamado condensador, onde ele perde calor para o ar e torna-se líquido. O líquido afunila por um orifício em um tubo chamado evaporador, e agora está à baixa pressão. Ele torna-se um vapor frio, retirando calor do ar no interior de refrigerador, e volta para a bomba. O aparelho de ar condicionado resfria uma sala transferindo calor de dentro para o ar do lado de fora. Uma bomba de calor traz calor de fora para aquecer um edifício. Ambos trabalham da mesma forma que o refrigerador.

Quando a bomba do refrigerador empurra o gás refrigerante de um tubo de baixa pressão a outro de alta pressão, ocorre uma compressão desse gás,

tornando-o líquido. Esse líquido passa por um orifício de volta ao tubo de baixa pressão, ocorrendo uma expansão. Assim, um sistema de refrigeração consiste em comprimir e expandir um gás refrigerante, sendo que na expansão ocorre seu resfriamento capaz de absorver o calor dos alimentos que estão dentro da geladeira. Obviamente, a compressão é acompanhada de um aquecimento e essa etapa ocorre na parte externa do refrigerador.

Os clorofluorcarbonetos são substâncias empregadas nos aparelhos de refrigeração por apresentarem baixa toxicidade, boa compressibilidade e por não serem combustíveis. No entanto, esses gases são nocivos ao meio ambiente devido a sua destruição da camada de ozônio e têm sido substituídos por outros gases refrigerantes menos poluentes.

Extraído e adaptado de Ardley. (1997, p.95).

Saiba mais...

O estado gasoso é caracterizado por três grandezas físicas: a **pressão**, o **volume** e a **temperatura**. São as chamadas variáveis de estado dos gases. Ao estudarmos o comportamento físico de uma determinada massa gasosa, podemos manter uma dessas grandezas constante e verificar a proporcionalidade entre as demais.

- Transformação **isovolumétrica** é aquela em que o volume do gás **permanece constante**. A pressão e a temperatura variam.
- Transformação **isotérmica** é aquela na qual a temperatura **permanece constante**. A pressão e o volume variam.
- Transformação **isobárica** é aquela em que a pressão **permanece constante**. A temperatura e o volume variam.

QUESTÕES

1. Desenhe um modelo, ilustrando as distâncias entre as moléculas dos gases nas situações iniciais e finais dos experimentos realizados. Considere, para tal, 10 moléculas dos gases, sendo 8 para o N_2 e 2 para o O_2 .
2. De acordo com a LEITURA RECOMENDADA, como funciona uma geladeira?
3. O que você espera que ocorra com a pressão de um gás contido em um recipiente rígido quando esse gás é aquecido? Explique.



Foto: Lei... (2011).

Mancha de poluentes sobre a cidade de São Paulo: a nuvem de poluentes apresenta dificuldade de dissipação em virtude da ocorrência do fenômeno climático denominado **inversão térmica**, comum no inverno. Trata-se do resfriamento do ar na baixa atmosfera.

Fonte: Poluição (2001).

4. Por que inversão térmica prejudica a qualidade do ar nos centros urbanos?

TEOR DE CARBONATO NO CALCÁRIO

Diversas substâncias utilizadas nas indústrias, na agricultura e em nossos lares não são puras. Normalmente estão misturadas a outras substâncias, pois a sua purificação pode ser economicamente inviável ou desnecessária, dependendo do uso do material. Água sanitária, detergente, gasolina, álcool comum e calcário são apenas alguns exemplos de materiais constituídos de várias substâncias.

Pode-se quantificar uma substância presente em uma mistura por meio de vários métodos ou técnicas de análise. Essas técnicas variam de acordo com a natureza do material a ser analisado.



Junho de 2003. Um erro em uma indústria farmacêutica provoca intoxicação em dezenas de pessoas. Há uma morte confirmada e outras 15 suspeitas. A causa: um veneno chamado carbonato de bário (BaCO_3). O medicamento que causou a tragédia deveria conter somente sulfato de bário (BaSO_4). Mas, na tentativa de transformar o carbonato em sulfato, algum erro fez com que quase 15% da massa do medicamento comercializado fosse de carbonato de bário.

Fonte: Pereira (2003).

OBJETIVO DA PRÁTICA: determinar o teor de carbonato em uma amostra de calcário.

MATERIAIS E REAGENTES: frasco de gargalo longo, proveta de 500 mL (ou frasco graduado de boca estreita*), pequena bacia, mangueira de conexão diâmetro 4 mm, protetor de lâmina descartável para pesar o calcário, balança, espátula, calcário calcítico, 25 mL de ácido muriático diluído**, solução aquosa saturada de NaCl, suporte e garras.

* Veja modo de confecção na seção **Montagem de equipamentos com materiais alternativos**.

** diluir 3,0 mL do ácido muriático ($\cong 8 \text{ mol/L}$) em água suficiente para produzir 25 mL da solução diluída.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Coloque os 25 mL da solução diluída de ácido clorídrico no frasco de gargalo longo. Deixe o frasco na posição horizontal.

Pese 1,0 g do calcário no protetor de lâmina de barbear. Acomode-o no gargalo do frasco contendo a solução de ácido clorídrico. O frasco deve permanecer na posição horizontal para que o ácido não entre em contato com o calcário (fig. 1).

Feche-o com a tampa conectada à mangueira.

Conecte a outra extremidade da mangueira à proveta (ou frasco graduado), que deve estar emborcada na pequena bacia contendo a salmoura. A proveta deve estar totalmente preenchida com a salmoura (fig. 2).

Agite o frasco contendo o ácido muriático para que haja o contato entre os reagentes, permitindo o início da reação química (fig. 3).

Continue agitando o frasco até que seja completada a reação.

Verifique o volume de gás carbônico desprendido da reação, coletado na proveta emborcada (fig. 4).

Verifique a temperatura e a pressão no local do experimento e estime o teor de carbonato de cálcio no calcário.

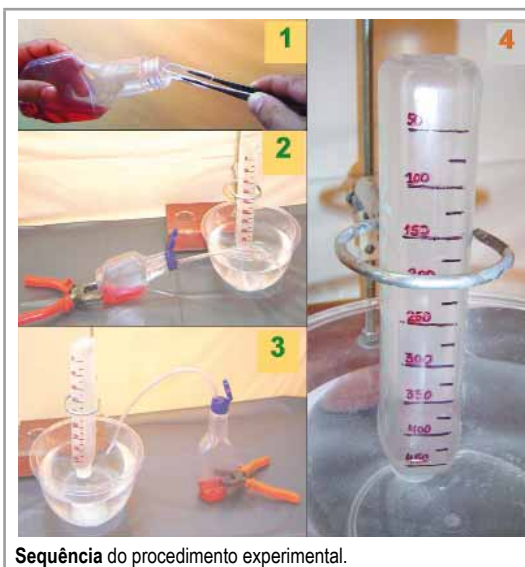
Para isso, recorra às leis da estequiometria aplicada à equação da reação química que ocorre entre o carbonato de cálcio e o ácido clorídrico.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Análises estequiométricas são também aplicadas na determinação da **qualidade de alimentos**, como na verificação de acidez do vinagre e sucos em geral.
- Análise de **matéria-prima** na indústria em geral, antes da aquisição desta.
- Determinação do **poder de neutralização** de calcários e outros materiais de combate à acidez do solo.



O **calcário**, que pode conter tanto carbonato de cálcio como de magnésio, é utilizado para diminuir a acidez do solo antes de se efetuar o plantio. Essa correção de acidez permite melhorar a absorção, pelo vegetal, dos nutrientes que estão presentes no solo.



Sequência do procedimento experimental.

DESCARTE DE RESÍDUOS

A solução ácida residual contida no frasco deve ser neutralizada e posteriormente descartada na pia do laboratório.

A solução aquosa saturada de NaCl pode ser reservada para o uso em experimentos posteriores.

LEITURA RECOMENDADA

Por que fazer a calagem?

A acidez do solo, medida em valores de pH, pode ser determinada analisando-se amostras do mesmo, com alguma antecedência ao plantio.

A elevada acidez do solo traz, como consequência, a pobreza em íons cálcio e magnésio, alto teor de alumínio (tóxico), excesso de manganês e alta capacidade de fixar fósforo em formas de menor aproveitamento pelas culturas. Deve-se, portanto, corrigir a acidez do solo para propiciar uma maior produtividade nas lavouras. De fato, observa-se (gráfico 1) uma maior produtividade na produção de café, por exemplo, quando o pH do solo se encontra na faixa de 6,0 – 6,5.

A razão para esta maior produtividade é que, nessa faixa de acidez, os nutrientes a serem absorvidos pelos vegetais se encontram mais disponíveis para sua absorção (gráfico 2). Assim, a correção da acidez do solo permite um melhor aproveitamento desses nutrientes

pelas plantas, bem como a melhora de processos biológicos de desenvolvimento dos vegetais.

A calagem tem os efeitos de neutralizar o alumínio e insolubilizar o manganês, melhorando o fornecimento de íons cálcio e magnésio bem como aumentando a disponibilidade e aproveitamento de elementos como o potássio, fósforo, enxofre e molibdênio. Ocorre também um melhoramento na estrutura do solo por aumento na atividade de microorganismos na decomposição da matéria orgânica e pela fixação do nitrogênio, que, no seu conjunto, leva à maior produção da lavoura. A correção da acidez do solo é efetuada pela aplicação do calcário calcítico ou dolomítico em duas etapas: na primeira, a metade do calcário deve ser espalhada e posteriormente incorporado por gradeamento. Na segunda etapa, o resto do calcário é apenas espalhado superficialmente sobre o solo, onde deverá permanecer até a época do plantio de modo a ser lentamente absorvido.

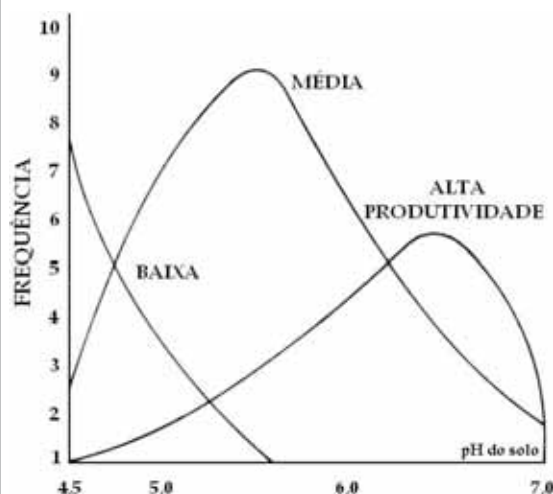


Gráfico 1 – Relação entre pH e produtividade do cafeeiro (observe que a alta produtividade se dá com maior frequência no pH em torno de 6,5).

Fonte: Malavolta (1975).

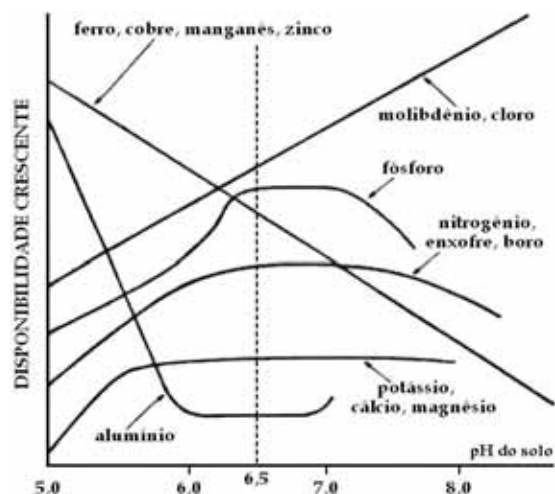


Gráfico 2 – Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e na solubilidade do alumínio no solo (em pH próximo de 6,5 ocorre maior disponibilidade de vários nutrientes).

Saiba mais...

O calcário é um material empregado na agricultura para neutralizar solos ácidos. Para tal, é necessário conhecer o teor de carbonato de cálcio ou magnésio presente nesse calcário, uma vez que essa informação permitirá conhecer a quantidade a ser utilizada.

A técnica empregada é a utilização de ácido clorídrico para quantificar o carbonato de cálcio contido na amostra do calcário calcítico por meio de uma reação química. O carbonato de cálcio presente no calcário reage com o ácido clorídrico, produzindo cloreto de cálcio e gás carbônico além de água.

As quantidades das substâncias envolvidas na reação química permitem determinar a massa de carbonato de cálcio presente na amostra por meio de uma relação estequiométrica que é dada pela equação química correspondente.

O grau de pureza (**p**) do calcário analisado é dado por: $p = \text{massa de CaCO}_3 / \text{massa do calcário}$. Multiplicando-se $p \times 100$, obtém-se a porcentagem do carbonato de cálcio na amostra: % = $p \times 100$.

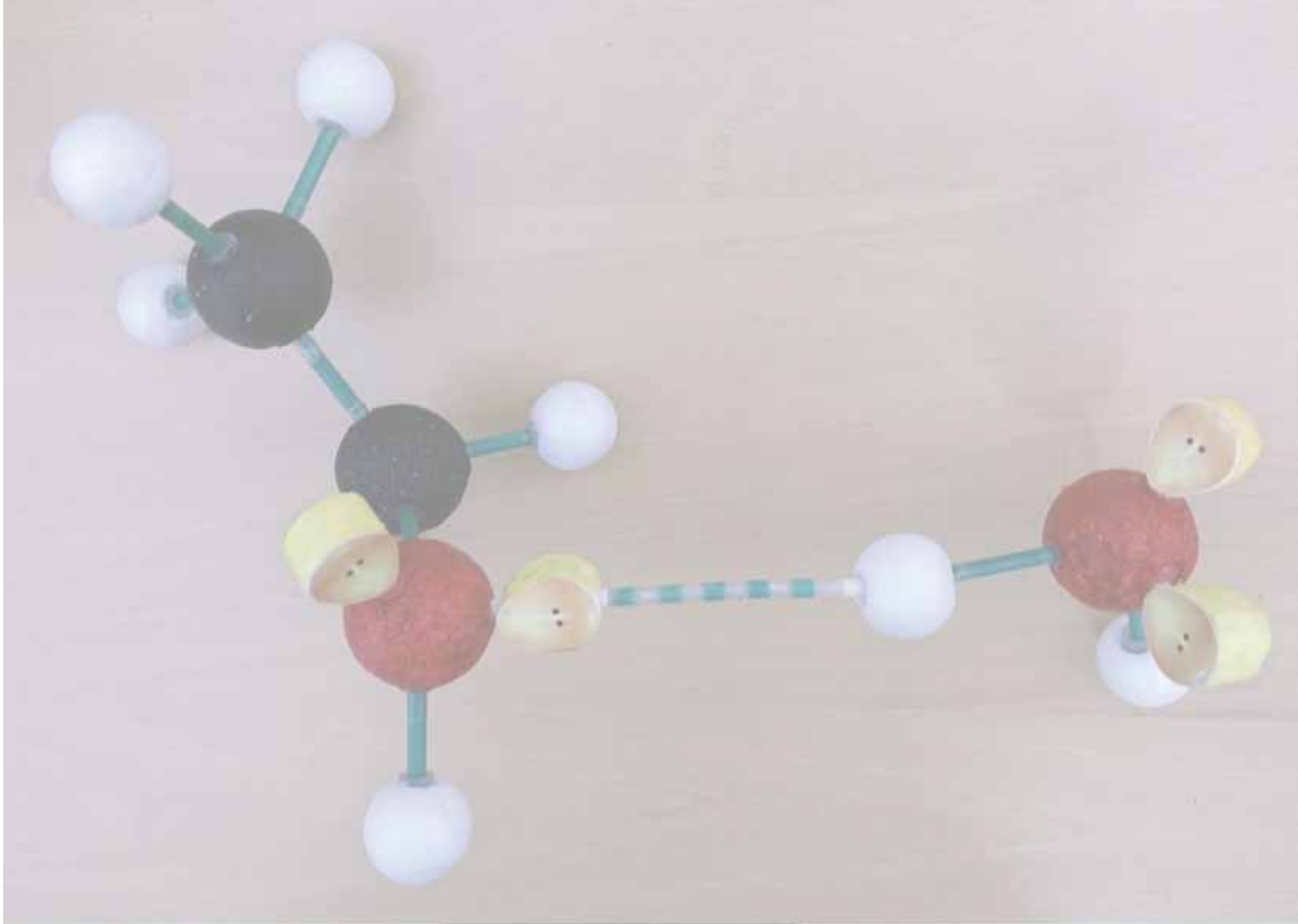
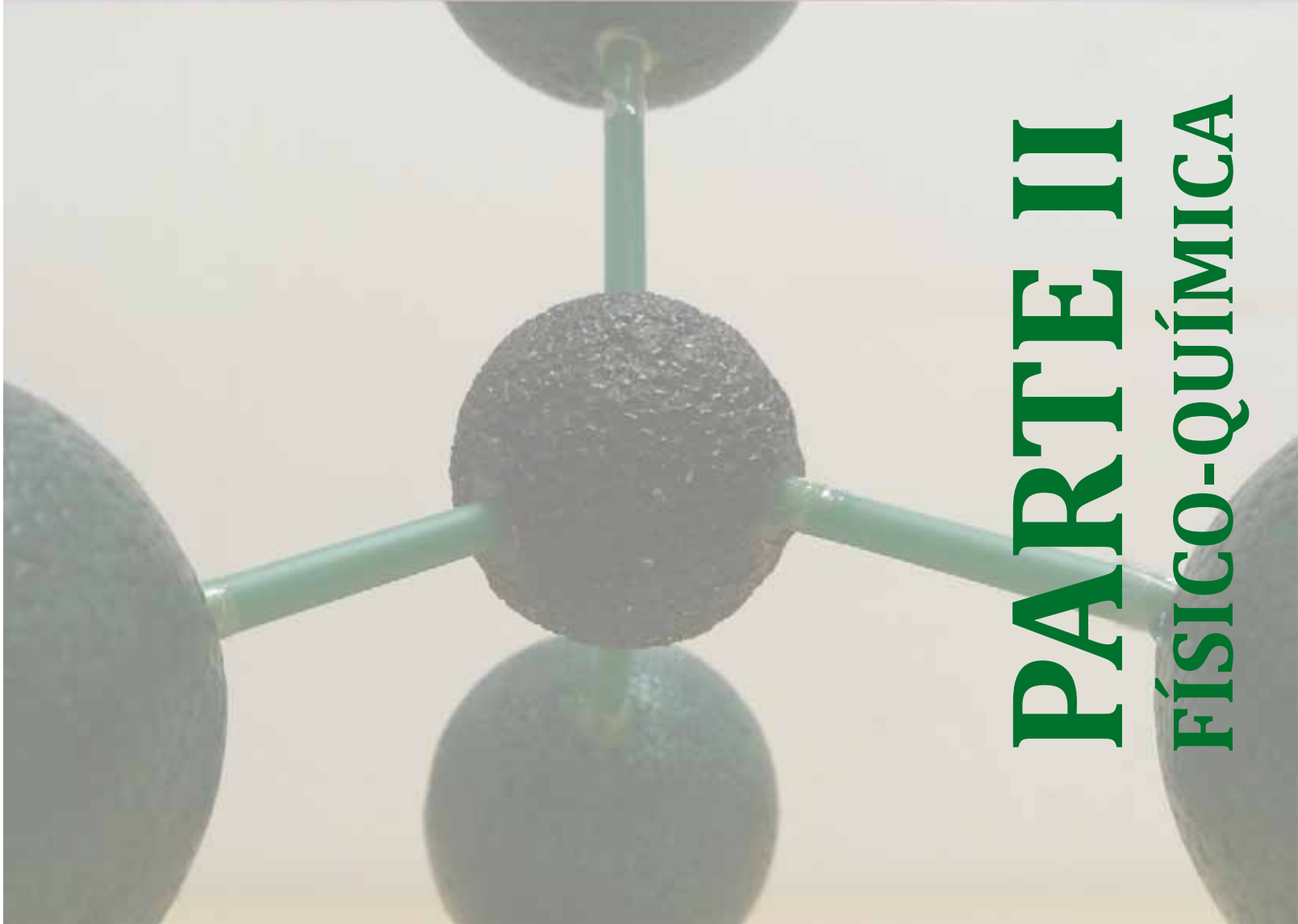
Dessa forma, um calcário apresentando 70% de carbonato de cálcio ($p = 0,7$) indica que em 100g do calcário existem 70g de carbonato de cálcio e 30g de impurezas constituídas de outras substâncias.

QUESTÕES

1. Escreva a equação química entre o **carbonato de cálcio** e **ácido clorídrico**.
2. Explique o uso do calcário na correção de solos ácidos (foto e texto ao lado).
3. Como você percebeu o término da reação entre o carbonato de cálcio e o ácido clorídrico?
4. Por que foi utilizada solução saturada de cloreto de sódio em vez de água comum no experimento?
5. Cite algumas aplicações do dióxido de carbono (CO_2).
6. Se o gás carbônico produzido na reação fosse borbulhado numa solução de água de cal, $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$, observar-se-ia a turvação da solução. Escreva a equação química correspondente a essa precipitação.
7. Como você poderia dissolver o precipitado formado na reação entre o gás carbônico e o hidróxido de cálcio?



Área cultivada com milho com a mesma adubação. As plantas menores da frente estão em solo **não corrigido** com calcário.
Fonte: Cantarella, Raji e Quaggio (2009).



PARTIE II

FÍSICO-QUÍMICA

Facilmente encontramos materiais classificados como soluções e que são utilizados no dia a dia. A salmoura, o ouro 18 quilates, o latão e o ar atmosférico são alguns exemplos de soluções. Também em laboratórios, os químicos se utilizam demasiadamente das soluções em suas análises, assim como as mães, que preparam o **soro caseiro**, utilizado no tratamento da desidratação; o frentista do posto de gasolina, que utiliza a **solução para baterias**; o dentista, na utilização do **amálgama**, uma solução de prata e mercúrio; a dona de casa, que utiliza a **água sanitária** na limpeza doméstica. A água que bebemos também é uma solução, pois apresenta sais minerais dissolvidos.

OBJETIVO DA PRÁTICA: produzir soluções e verificar algumas de suas propriedades.

MATERIAIS E REAGENTES: béqueres de 100 mL, espátula (colher de café), testador de condutividade elétrica, álcool, açúcar comum ($C_{12}H_{22}O_{11}$), sal comum (cloreto de sódio), bicarbonato de sódio, vinagre, água destilada.



A água apresenta **sais minerais** dissolvidos.



Testando a condutividade elétrica de uma solução com um **testador experimental**. Vide montagem de um detector de condutividade na seção Montagem de equipamentos com materiais alternativos.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Prepare as seguintes soluções, em béqueres de 100 mL, rotulando-as:

- 50 mL de álcool e complete com água destilada.
- Uma espátula de açúcar e complete o volume com água destilada.
- Uma espátula cloreto de sódio (sal comum) e complete o volume com água destilada.
- Uma espátula de bicarbonato de sódio e complete o volume com água destilada.
- Vinagre (solução aquosa de ácido acético).
- Com a ajuda de um detector de condutividade elétrica, verifique a condutividade das soluções obtidas e anote na tabela ao lado.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- **Uso medicinal:** xaropes e soluções de antiácidos, como o sal de frutas.

Solução a 0,9% de **cloreto de sódio** em água (soro fisiológico).

- **Água sanitária, refrigerantes, detergentes líquidos e ácido sulfúrico** para baterias de automóveis são alguns exemplos de soluções.



Soluções são comumente utilizadas em laboratórios para fins de análises, efetuar reações químicas e também para obter outras soluções desejadas.



O **soro caseiro** é usado no combate à desidratação, que causa, no Brasil, 50 mil mortes de crianças por ano. Colheres para medidas de sal e açúcar são distribuídas nos postos de saúde.

DIFERENÇAS ENTRE ÁGUAS ENGARRAFADAS

Algumas especificações dos tipos de água comercializada para consumo.

Água mineral natural

- Obtida de fontes naturais ou artificialmente captada, de origem subterrânea.
- Da captação ao engarrafamento, devem-se manter os elementos da sua composição original.
- Pode ser termal ou gasosa (natural ou artificialmente).
- Só ela pode ter no rótulo a denominação de água mineral ou água mineral natural.
- Eventuais propriedades medicamentosas não podem constar do rótulo.

Fonte: Nunes (2000).

Água purificada adicionada de sais

- Preparada a partir de qualquer captação, tratamento e adição de sais minerais.
- O cloro eventualmente usado no tratamento deve ser eliminado.
- O rótulo deve informar ostensivamente que se trata de "água purificada adicionada de sais" e se a água é de abastecimento, de poço artesiano, de fonte ou outras.
- É vedada a indicação de propriedades terapêuticas.

DESCARTE DE RESÍDUOS

A solução álcool/água pode ser reservada para experimentos posteriores ou, alternativamente, utilizada como material de limpeza. As soluções de açúcar/água e NaCl/água podem ser descartadas diretamente na pia do laboratório. O vinagre deve ser adicionado à solução de $NaHCO_3$ /água e a solução resultante descartada diretamente na pia do laboratório.

SOLUÇÃO	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA
Álcool/água	
Açúcar/água	
NaCl/água	
$NaHCO_3$ /água	
Vinagre	

LEITURA RECOMENDADA

A demanda bioquímica de oxigênio

Consideremos a perda do oxigênio da água, em consequência da poluição causada por matéria orgânica.

Suponhamos que você tenha um aquário, contendo cerca de 20 ou 30 litros de água, com um peixinho vermelho. Sabe-se que para mantê-lo vivo são necessárias três condições essenciais: existência de água, de oxigênio e de alimento.

Assim, você providencia para que não falte nenhum dos três elementos. A água da torneira certamente não faltará, bastando remover o cloro que existe nela, com o auxílio de um filtro de carvão ou, simplesmente, deixando a água em repouso, por um dia, antes de colocar o peixinho. Aliás, isso será bom, também, para evitar alterações de temperatura.

O oxigênio não será motivo de maiores preocupações, a não ser que sejam colocados muitos peixinhos no aquário. Se for apenas um, à medida que ele consumir o gás dissolvido, esta será reposto, lentamente, a partir do próprio ar atmosférico. Só no caso de haver um consumo de oxigênio muito rápido, por vários peixes, é que essa reposição será insuficiente, por ser muito lenta. Nesse caso será necessário usar uma bombinha de ar, ou ainda, colocar plantas submersas que, por meio da fotossíntese, produzirão o oxigênio necessário. Você terá, assim, um ambiente ecologicamente equilibrado.

Resta ainda a questão do alimento. O peixinho não come muito: bastará acrescentar, diariamente, uma minúscula quantidade de farelo de pão.

Suponhamos, entretanto, que em um fim de semana prolongado você e sua família irão ausentar-se por alguns dias. Como, então, garantir a alimentação do peixinho? Então, você tem uma idéia: coloca um pãozinho inteiro no aquário, com a certeza de que, em apenas três ou quatro dias, o peixe não o consumirá todo e, por conseguinte, não haverá falta de alimento. O resultado dessa idéia será desastroso: ao

regressar da viagem certamente encontrará seu peixe morto!

Qual teria sido a causa da morte do peixinho? Uma indigestão violenta é improvável, pois, como sabemos, o peixe não come mais do que o necessário. Na verdade, o peixe morreu asfixiado! A água do aquário não tem mais oxigênio dissolvido, pois foi todo consumido no processo de decomposição do pão.

A decomposição é realizada por microorganismos que se reproduzem com rapidez, atingindo números espantosos em poucas horas. São seres que, tal como o peixe, se alimentam de pão ou de qualquer outro alimento e respiram oxigênio da água. Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica disponível, maior será a população desses organismos e maior, portanto a quantidade de oxigênio de que necessitam. Por isso, podemos dizer que quanto maior for a quantidade de matéria orgânica introduzida na água maior será a quantidade de oxigênio que é dela consumida. Em outras palavras, a matéria orgânica é responsável por uma demanda de oxigênio, chamada demanda bioquímica porque se realiza através de atividade biológica ou bioquímica.

O conceito de demanda bioquímica de oxigênio (abreviadamente DBO) permite avaliar a “força poluidora” de um resíduo. Os esgotos domésticos – constituídos essencialmente de matéria orgânica e água – apresentam uma DBO de mais ou menos 300 a 400 mg por litro. Isso significa que cada litro de esgoto, quando lançado a um rio ou ao mar, consome de 300 a 400 mg de oxigênio deste. Sabendo-se que a água do mar – ou de qualquer rio ao nível do mar – possui, a 20°C de temperatura, não mais que 9 mg/L de oxigênio dissolvido, podemos calcular imediatamente quantos litros de água serão necessários para satisfazer essa demanda. Podemos, pois, em função da vazão de um rio, saber quanto deverá restar de oxigênio depois que ele foi poluído pelos esgotos de uma cidade ou pelos despejos orgânicos de uma fábrica.

Fonte: Branco (1993, p. 48-49).

Saiba mais...

Ao misturarmos duas substâncias e essas permanecerem numa única fase, portanto de forma homogênea, a mistura resultante é denominada de solução. Essa é constituída de soluto, a substância dissolvida, e de um solvente, que apresenta a capacidade de dissolver o soluto. Assim, o conjunto soluto/solvente define solução, uma mistura homogênea.

- O estado físico da solução está relacionado com o estado físico do solvente. Dessa forma, uma solução é sólida quando o solvente também o for; é líquida ou gasosa também em função do estado físico do solvente.
- As soluções podem ser classificadas como eletrolíticas ou não eletrolíticas, de acordo com a natureza das espécies dissolvidas.

QUESTÕES

1. Ao lado, é mostrada a receita gravada no verso da colher de medidas de soro caseiro. Pesquise a respeito da finalidade, no organismo humano, desses dos dois solutos que compõem o soro caseiro.
2. Como o oxigênio, $O_{2(g)}$, é incorporado à água de um rio?
3. Explique o que é DBO.
4. Cite exemplos de soluções sólidas, líquidas e gasosas.
5. Por que uma solução de ácido clorídrico, $HCl_{(aq)}$, é eletrolítica, já que o soluto é uma substância molecular que, pura, no estado gasoso não conduz eletricidade?
6. Dentre soluções de ácido clorídrico e ácido acético, qual melhor conduz a corrente elétrica? Justifique.
7. Ligas metálicas são exemplos de soluções sólidas que conduzem eletricidade. Explique por que esses materiais conduzem a corrente elétrica.
8. Teste a condutividade dos seguintes materiais e cite aqueles que conduzem corrente elétrica: água sanitária, soro fisiológico, suco de limão, detergente líquido, mel e isotônico.



Peixes mortos retirados da Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro.

Fonte: Pontes e Magalhães (2000).

9. Por que a descarga de esgoto em um rio provoca a mortandade de peixes?

Concentração de soluções

As soluções são materiais de grande utilidade e uso frequente pelo homem. Sabe-se também que as soluções são misturas homogêneas constituídas por um ou mais solutos dissolvidos no solvente. A concentração de uma solução pode ser expressa de várias maneiras, e representa a quantidade do soluto dissolvida em relação ao volume da solução.



Foto: arquivo dos autores.

O soro fisiológico é uma solução aquosa de cloreto de sódio a 0,9%.

O conhecimento da concentração das soluções é de grande importância prática em vários ramos das atividades humanas tais como na indústria de bebidas, de alimentos líquidos, de combustíveis, fármacos e medicamentos (foto ao lado), tintas e vernizes e ainda no controle de qualidade em indústrias, em geral.

O preparo das soluções, por consequência, requer uma determinação precisa das quantidades de solvente e soluto a serem empregados com o objetivo de se obter um valor de concentração específico.

Nesta prática, serão preparadas algumas soluções e determinadas as suas respectivas concentrações.

OBJETIVO DA PRÁTICA: Preparar algumas soluções e determinar suas concentrações em g/L e em mol/L

MATERIAIS E REAGENTES: Cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, balões volumétricos de 100 mL, água destilada, balança, espátula, vidro relógio.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. OBTENÇÃO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA DE CLORETO DE SÓDIO

- Em uma balança, determine a massa de cloreto de sódio suficiente para produzir 100 mL de solução 14,6 g/L.
- Transfira a massa para o balão volumétrico de 100 mL e adicione um pouco de água destilada necessária para dissolver o sal.
- Complete o volume do balão com água destilada, efetuando um movimento circular no balão a fim de homogeneizar a mistura.
- Determine a concentração da solução de NaCl em mol/L.

2. OBTENÇÃO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA DE BICARBONATO DE SÓDIO

- Em uma balança, determine a massa de bicarbonato de sódio suficiente para produzir 100 mL de solução 8,4 g/L.
- Transfira a massa para o balão volumétrico de 100 mL e adicione um pouco de água destilada necessária para dissolver o sal.
- Complete o volume do balão com água destilada, efetuando um movimento circular no balão a fim de homogeneizar a mistura.
- Determine a concentração da solução de NaHCO_3 em mol/L.

Menisco – é a deformação da superfície do líquido dentro de um tubo de diâmetro estreito, resultado das forças atrativas entre o líquido e a superfície de vidro do tubo. Para alinhar corretamente o menisco com a marca gravada no colo do balão, o observador deve posicionar seus olhos na mesma altura da marca. Repare, na figura ao lado, a posição do menisco, tangenciando a marca gravada. Esse procedimento também é válido para a leitura de volumes em provetas e buretas.



Foto: arquivo dos autores.

COMO NASCEM AS FONTES

As características minerais da água dependem do tipo de rocha pelo qual ela passa, explica Uriel Duarte, do departamento de geologia sedimentar e ambiental da USP. "Para que essa mineralização ocorra, a água precisa brotar de um local bastante profundo e ter um ciclo subterrâneo longo".

Outro aspecto importante é a temperatura. As fontes que brotam de locais onde a formação rochosa é vulcânica (como em Minas Gerais, por exemplo) são quentes, e isso faz com que a rocha se dissolva mais facilmente e se incorpore com mais rapidez à água.

Existem casos em que a água pode ser quente, mas não ocorre mineralização, "porque o ciclo dela foi muito curto", explica Duarte.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)

Cálcio	0,43	Bicarbonato	3,18
Magnésio	0,22	Fluoreto	0,01
Potássio	0,17	Nitrato	0,17
Sódio	0,27	Cloreto	0,01
.....		Brometo	0,03

Fonte: Arruda (2003).

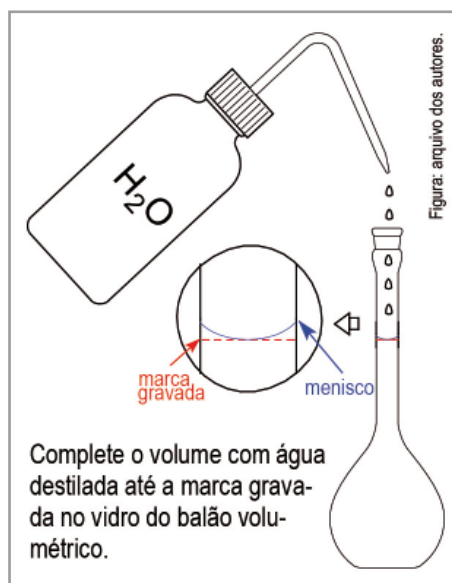


Figura: arquivo dos autores.

DESCARTE DE RESÍDUOS

As soluções preparadas nestes procedimentos podem ser guardadas em frascos devidamente rotulados para serem empregados em experimentos posteriores, no caso da solução de NaCl ou para neutralização de soluções ácidas, no caso da solução de NaHCO_3 .

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- **Análise de solo** para a verificação do conteúdo de nutrientes existente na amostra.
- **Dosagens** de remédios.
- Teor alcoólico em bebidas como vinho, cerveja e conhaque, dentre outras. A porcentagem exibida no rótulo indica a proporção **em volume** de álcool.
- Determinação dos **sais minerais** contidos na água potável.

GLICOSE DE JEJUM	
Resultado	79 mg/dL
VR: NORMAL:	70 A 99 mg/d L.

O resultado acima indica a concentração de 79 mg de glicose por decilitro de urina.

• Dosagens e **análises** de laboratórios como em exames de sangue e de urina.

• **Controle de qualidade** na indústria de alimentos.



O álcool hidratado do frasco acima contém 92,8%, em volume, de álcool. Observe a indicação no destaque.



Soluções de peróxido de hidrogênio são conhecidas como **água oxigenada**. O frasco acima indica concentração de 10 volumes.

LEITURA RECOMENDADA

Hospital relaciona acidentes à embriaguez em São Paulo

Estudo revela que metade das vítimas de acidentes atendidas no Pronto Socorro do Hospital das Clínicas de São Paulo está embriagada, apresentando taxas de álcool no sangue acima do limite permitido pelo Código de Trânsito, que anteriormente era de **0,6 gramas de álcool por litro de sangue** e, atualmente considera-se limite zero.

Os dados do estudo, coordenado pela fisiatra Júlia Greve, levam em consideração um grupo pequeno que foi atendido no HC durante dois plantões de 12 horas. Foram considerados principalmente acidentes de trânsito, mas também brigas e acidentes domésticos como quedas.

O estudo mostra também que quanto mais álcool a pessoa ingere, mais grave é o acidente. Veja no quadro ao lado os efeitos da ingestão de álcool para dirigir, de acordo com o novo código de trânsito.

Fonte: adaptado de Schivartche (1998).

CONHEÇA ALGUNS EFEITOS DO ÁLCOOL

CONCENTRAÇÃO	EQUIVALÊNCIA	EFEITOS
0,2 a 0,3 g/L	1 copo de cerveja	Funções mentais começam a ficar comprometidas. Percepção da distância e velocidade é prejudicada.
0,3 a 0,5 g/L	2 copos de cerveja	Controle cerebral relaxa, dando sensação de calma e satisfação.
0,51 a 0,8 g/L	3 ou 4 copos de cerveja	Reflexos retardados e tendências à agressividade.
0,8 a 1,5 g/L	A partir dessa taxa, as quantidades variam de acordo com o metabolismo do indivíduo.	Dificuldade de controlar o veículo, incapacidade de concentração e falhas na coordenação neuromuscular.
1,5 a 3,0 g/L		Embriaguez e dupla visão.
3,0 a 5,0 g/L		Embriaguez profunda.

Fonte: Avancini (1997).

Saiba mais...

Define-se concentração de uma solução como uma grandeza que expressa a relação entre a quantidade de soluto e a quantidade de solução. Dentre os modos de expressar a concentração, os mais frequentemente empregados são: gramas por litro (g/L) e mol por litro (mol/L).

⇒ Concentração em g/L é a relação entre a massa (m) do soluto, em gramas, e o volume (V) da solução, em litros: **C g/L = m (soluto) / V (solução)**

⇒ Concentração em mols/L é a relação entre o número de mols (n) do soluto dissolvido e o volume (V) da solução, em litros:

C mol/L = n (soluto) / V (solução).

QUESTÕES

1. As soluções preparadas nesta aula de laboratório são eletrolíticas? Justifique.
2. Escreva as equações de dissociação iônica dos sais utilizados na preparação das soluções.
3. A análise do sangue de um indivíduo indicou a presença de 2×10^{-2} mol de etanol por litro de sangue. Converta essa concentração para gramas de Etanol/L de sangue.
4. Determine a massa de bicarbonato de sódio presente em 20 mL da solução preparada.
5. Se você misturar as duas soluções obtidas neste procedimento, qual seria a concentração dos íons sódio, Na^+ , em mol/L, na solução resultante? E a concentração dos íons Cl^- e HCO_3^- ?
6. Pesquise e responda o que significa água oxigenada 10 volumes.
7. Converta 79 **mg de glicose/dL** de urina para **g de glicose/L** de urina.



8. Qual o volume de cerveja que equivale, em quantidade de álcool, a um copo contendo 100 mL de vinho?

Dados: teores alcoólicos médios (v/v) – vinho 12%; cerveja 5%.

DILUIÇÃO DE SOLUÇÕES

O café está *forte*? O suco está *muito ácido*? Em situações assim estamos acostumados a acrescentar água na bebida com o objetivo de amenizar seu gosto. A adição de água a uma solução aquosa representa sua diluição, tornando-a, portanto, mais diluída (ou menos concentrada). Esse procedimento é muito comum entre nós quando preparamos um antitérmico, diluindo-o em água, e também na obtenção do refrigerante, acrescentando-se água gaseificada a uma porção de xarope concentrado. Em um laboratório de química, essa prática também é usual, pois se compram ácidos, por exemplo, como soluções concentradas que serão posteriormente diluídas em água destilada para a obtenção de soluções menos concentradas que o químico necessite.

OBJETIVO DA PRÁTICA: efetuar diluições sucessivas de uma solução, além de determinar, aproximadamente, sua concentração pela comparação entre as intensidades das cores.

MATERIAIS E REAGENTES: um balão volumétrico de 100 mL, um balão volumétrico de 50 mL, quatro béqueres de 50 mL, um béquer de 100 mL (todos os béqueres podem ser substituídos por copos comuns), pipeta graduada de 10 ou 25 mL, PIPETADOR e sulfato de cobre pentaidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)¹.



Antitérmicos e analgésicos, como o da foto acima, podem ser encontrados como **soluções concentradas**. Dilui-se em um pouco de água para ingeri-los.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

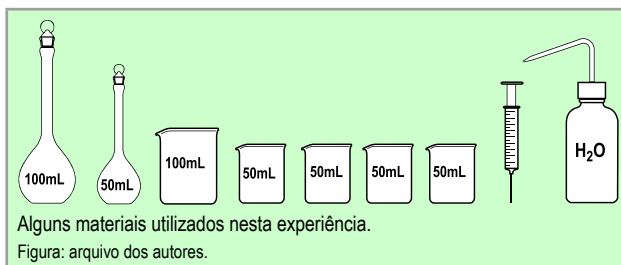
- Prepare 100 mL solução de sulfato de cobre penta-hidratado 0,5 mol/L. Transfira essa solução obtida para o béquer de 100 mL. Essa é a sua *solução estoque*, que vai originar as demais, por diluição.
- Da solução estoque, retire com a pipeta graduada 3 mL e transfira para o balão volumétrico de 50 mL. Complete o volume com água destilada, de preferência, e homogeneíze a solução obtida. Transfira essa solução para um béquer de 50 mL.
- Repita as operações do item anterior a partir de alíquotas de 10, 25 e 35 mL da solução estoque.
- Calcule as concentrações das soluções obtidas e rotule os béqueres correspondentes.
- Coloque os béqueres, contendo as soluções preparadas, em ordem crescente de concentração. Observe as intensidades das colorações.
- Você receberá do professor uma amostra de solução de sulfato de cobre de concentração desconhecida. Por comparação das intensidades de coloração entre a solução recebida e as soluções por você preparadas, indique o intervalo de concentrações a que corresponde a concentração da solução recebida.

CONSTRUINDO UM PIPETADOR

Conectando uma seringa de plástico de 50 mL a uma pipeta graduada, por meio de um tubo de látex de aproximadamente 5 cm, obtém-se o pipetador, utilizado para transferir volumes determinados de líquidos. Esses materiais são encontrados em lojas de produtos agropecuários.

DESCARTE DE RESÍDUOS

As soluções podem ser misturadas e a solução resultante, guardada em frasco apropriado para ser usada posteriormente nas experiências 03, 05 e 16.



Alguns materiais utilizados nesta experiência.

Figura: arquivo dos autores.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

Colorimetria – quando aplicada à Química – é uma técnica que permite definir a concentração de determinadas soluções a partir da comparação com padrões coloridos de concentrações conhecidas. A intensidade da cor indica a concentração da solução que está sendo testada e pode ser detectada com precisão por equipamentos denominados **colorímetros**.



- O teor de cloro presente na água pode ser avaliado por meio de um teste simples, usando o reagente mostrado à esquerda, comum para verificar a presença de cloro na água de aquários. O reagente contido nesse indicador se associa ao cloro formando um composto colorido que permite a análise. À direita, um indicador de alcalinidade, cloro e de pH.
- **Faça a sua análise** – em tubos de ensaios numerados, coloque 2 mL de água: da chuva, mineral, da torneira, do filtro, da piscina e sanitária. Adicione três gotas do indicador e observe.





Fotos: arquivo dos autores.
Tintas látex são diluídas com água antes da aplicação.



Diluição em laboratório na preparação de soluções a partir de uma solução concentrada.



Foto: arquivo dos autores.
A preparação de sucos de frutas para serem consumidos é feita pela diluição do suco concentrado em água.

- Preparação de refrigerantes a partir do **xarope concentrado**.
- Obtenção de soluções diluídas em **laboratórios**.
- **Dosagem de medicamentos** concentrados para consumo.
- Aplicação de **inseticidas** diluídos em água.



Foto: arquivo dos autores.
Corantes e aromatizantes alimentícios, como o mostrado ao lado, são diluídos no preparo de alimentos. Algumas gotas são o suficiente para se obter o sabor desejado.

LEITURA RECOMENDADA

Dessalinização da água do mar

O dessalgamento e a obtenção da água potável a partir da água do mar não é, propriamente uma novidade tecnológica, de vez que é praticado há muitos séculos, por meio de métodos muito simples. Eles consistem na construção de canaletas – de alvenaria, de preferência – recobertas por um telhado baixo, de vidro, cujos beirais ultrapassam a largura da canaleta, com calhas coletoras como as dos telhados das casas. A radiação solar atravessa o vidro e aquece a água salgada contida nas canaletas, produzindo sua evaporação. O vapor, ao subir, condensa-se na superfície fria interna da cobertura de vidro, escorrendo para as calhas, de onde escoam para recipientes colocados em suas extremidades.

Há, atualmente, vários métodos de dessalgamento de grandes volumes de água a fim de abastecer cidades próximas ao mar. Os mais usados baseiam-se em congelamento ou em tratamento por meio de resinas especiais. O congelamento da água do mar produz a separação da água doce dos núcleos salgados dentro do gelo, como na formação dos icebergs. As resinas, denominadas permutadoras de íons, obedecem ao princípio das zeolitas, minerais que possuem capacidade natural de trocar íons metálicos por íons de hidrogênio e íons negativos por oxidrilas.

Nos dias de hoje a indústria já produz vários tipos de resinas sintéticas

com essa propriedade, que podem ser “regeneradas” depois de algum tempo de uso. Isto é, os íons de sódio e de cloro retirados do sal marinho podem ser delas extraídos novamente e substituídos por hidrogênio e oxidrilas. Podem, também, ser utilizadas membranas filtrantes com capacidade de reter os sais pelo processo denominado osmose reversa, que consiste em submeter a água salgada a altas pressões, por meio de membranas gelatinosas.

Alguns desses processos podem, também, ser empregados na remoção de certas substâncias tóxicas da água, entre elas o mercúrio e outros metais pesados. Para compostos orgânicos tóxicos é usado, geralmente, o carvão ativado. Trata-se de carvão de origem vegetal (ou mesmo animal) que, submetido a um tratamento químico especial, adquire extraordinária capacidade de adsorção, isto é, retém sobre sua superfície alguns tipos de moléculas. Os carvões ativados são muito utilizados industrialmente, inclusive na clarificação de açúcar, azeite e bebidas e, no tratamento da água, são empregados normalmente na remoção de substâncias que lhe dão cor e sabores desagradáveis ou, ainda, na eliminação de substâncias tóxicas.

Fonte: Branco (1993, p.61-62).

Saiba mais...

Ao diminuirmos a concentração de uma solução, estamos procedendo a sua diluição. Esse procedimento pode ser feito por meio da adição de solvente à solução. Dessa maneira, o soluto dissolvido passa a apresentar-se mais disperso na solução. No entanto, é preciso considerar que a quantidade do soluto presente na solução não sofre alteração, uma vez que ocorreu adição apenas do solvente em questão. Assim:

$$\text{número de mol de soluto na solução inicial} = \text{número de mol de soluto na solução final}$$

Como $n^\circ \text{ mol} = \mu \cdot V$, onde μ é a concentração em mol/L e V é o volume da solução, temos: $\mu_i \cdot V_i = \mu_f \cdot V_f$

QUESTÕES

1. O que é a dessalinização da água do mar?
2. Como a adsorção remove substâncias tóxicas contidas em um líquido? O que acontece com a concentração dessas substâncias?
3. Pesquise e explique como ocorre a dessalinização da água do mar para o consumo humano.
4. Determine as concentrações, em mol/L, das soluções diluídas obtidas no experimento.
5. Explique como diluir 100 mL de uma solução de cloreto de sódio para que a solução obtida tenha concentração 10 vezes menor que a solução original.



Equipamento de grande vazão para tratamento de água por **osmose reversa**.
Foto: HS Osmose Reversa (2015).

TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE

Sabemos que um determinado composto químico pode apresentar, em soluções aquosas, características ácida, básica ou neutra, sendo que essas propriedades podem ser estabelecidas de acordo com as concentrações dos íons H^+ e HO^- presentes na solução. É possível medir o grau de **acidez** e **basicidade** dos materiais de um modo muito simples. A **titulação ácido-base** é um método de laboratório que os químicos utilizam para analisar essa característica de uma solução aquosa.

OBJETIVO DA PRÁTICA: determinar a concentração de ácido acético em uma amostra de vinagre (acidez do vinagre).

MATERIAIS E REAGENTES: erlenmeyer de 125 mL, bureta 50 mL, funil, pipeta de 5 mL, garrafas, suporte, mufas, indicador azul de bromotimol (usado para controle de pH de aquário), solução padrão de NaOH 0,2 mol/L, e vinagre.



Foto: arquivo dos autores.

O controle da acidez do vinagre é feito por **titulação**, como nesta prática.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Transfira 5 mL de vinagre para o erlenmeyer.
- Junte 10 gotas do indicador azul de bromotimol.
- Utilize, na bureta, hidróxido de sódio 0,2 mol/L.
- Inicie a titulação, abrindo cuidadosamente a torneira da bureta, recolhendo a solução titulante no erlenmeyer sob agitação.
- Ainda sob agitação, feche a torneira imediatamente quando a solução contida no erlenmeyer mudar de cor. **Esteja alerta para a mudança de cor!**
- Anote o volume gasto da solução padrão contida na bureta.
- Utilizando-se de cálculos*, determine a concentração da solução de ácido acético (CH_3COOH) no vinagre, em g/L, mol/L e porcentagem em massa.

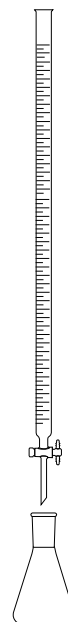
* **Adote massa molar do ácido acético = 60 g/mol; densidade do vinagre = 1,0 g/mL.**



Com a exposição desta área devido ao desmatamento, às queimadas e ao sobrepastoreio, a ação gradativa das chuvas dissolve os nutrientes que são hidrossolúveis e deixa o solo infértil para o plantio. Elementos como manganês e alumínio são pouco solúveis, por isso resistem à **lixiviação** e tornam o solo ácido.

Fonte: Portal São Francisco (2015).

Figura: arquivo dos autores.



A **bureta** é uma vidraria usada para medir volumes de líquidos com precisão em análises químicas. O **erlenmeyer** é um frasco de múltiplos usos no laboratório.

DESCARTE DE RESÍDUOS

O conteúdo do erlenmeyer pode ser descartado diretamente na pia do laboratório. A solução de hidróxido de sódio deve ser guardada em frasco apropriado (polipropileno ou polietileno) para ser usada em experiências posteriores.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- A acidez do azeite de oliva é um importante parâmetro de qualidade que permite classificá-lo conforme mostrado abaixo.



O **azeite de oliva** é um ingrediente frequentemente encontrado na cozinha dos lares, bares e restaurantes.

Azeite de oliva extra virgem – é obtido a partir da prensagem dos frutos selecionados da oliveira (azeitonas) à temperatura ambiente. Usualmente deve apresentar baixo teor de acidez.

Azeite de oliva fino – é obtido a partir do bagaço dos frutos selecionados da oliveira (resultante do processo acima), por extração com hexano a quente. Nesse processo, ocorre hidrólise parcial das moléculas do óleo, resultando em ácidos graxos. Deve apresentar teor de acidez de até 1,5%.

USO CULINÁRIO DO AZEITE POR ACIDEZ

TIPO	ACIDEZ	UTILIZAÇÃO
Extra virgem	< 0,8%	Saladas e molhos
Virgem fino	1,5%	Saladas e molhos
Semifino	3,0%	Saladas e frituras
Refinado	>3,0%	Frituras de imersão
Puro	>2,0%	Frituras, assados e marinados

Fonte: Azeite (2015).

- Em laboratórios, na **determinação da concentração** de soluções em geral.
- Na indústria de alimentos, em **controle de qualidade** na produção de sucos, refrigerantes e vinagre.
- Em **análise da acidez do solo**, para que possa ser corrigido e cultivado de modo adequado, melhorando a produção agrícola.
- No **monitoramento da poluição ambiental** da água de rios e lagos, em que se pode determinar, além da acidez, a presença de metais pesados como o chumbo. Nesse caso, utiliza-se a *titulometria de precipitação*.



Algumas amostras de solo para análises física, química e biológica, em laboratório.

LEITURA RECOMENDADA



A química no trabalho

Uma analista de controle da poluição colhe uma amostra de água de um rio na Inglaterra (foto ao lado). Para garantir a segurança da água para beber, pescar e nadar, ela monitora a sua qualidade frequentemente. É determinada a acidez e são adicionados reagentes apropriados para a precipitação de metais pesados como o chumbo e o mercúrio. Se a concentração de algum poluente estiver acima dos níveis aceitáveis, a analista colherá outras amostras em diferentes locais até encontrar a fonte dos poluentes.

Fonte: Atkins e Jones (1997).

Acidez do Leite

A determinação da acidez do leite é uma das medidas mais usadas no controle da matéria-prima pela indústria leiteira.

O leite fresco normal não contém ácidos, mesmo assim ele apresenta uma acidez detectável pela técnica da titulação. As substâncias responsáveis pela acidez aparente são: os fosfatos e citratos (minerais), a caseína e albumina (proteínas) e gás carbônico dissolvido.

No teste da acidez titulável, o hidróxido de sódio (NaOH) é usado para neutralizar o ácido do leite. A fenolftaleína é usada para mostrar a quantidade do álcali que foi necessário para neutralizar o ácido do leite. O indicador permanece incolor quando está em meio ácido, mas adquire coloração rosa em meio alcalino. Portanto, o álcali (NaOH) é adicionado até que o leite adquira a coloração rósea.

Fonte: adaptado de artigo de Maria A. Brito et al. (1995).

Saiba mais...

Considere uma solução ácida cuja concentração de íons H⁺ deseja-se determinar. Em decorrência da propriedade dos ácidos de serem neutralizados por bases, podemos proceder a uma **reação de neutralização** de uma amostra desse ácido por uma solução aquosa da base NaOH de concentração conhecida, denominada de **solução padrão**. Essa reação pode ser monitorada por um indicador ácido-base apropriado, que deverá mostrar o término da titulação, ou seja, o momento exato em que todo o ácido foi consumido. Para isso, utilizamos uma bureta, que consiste em um recipiente graduado com precisão, onde é colocada a solução padrão, que indica o volume preciso dessa solução necessário para a neutralização total do ácido. A solução cuja concentração está sendo determinada é colocada no erlenmeyer, onde ocorrerá a reação.

Deve ser lembrado, ainda, que o indicador ácido-base é uma substância que muda de cor de acordo com o meio. Assim, quando da mudança do caráter ácido ou básico, ocorrerá a mudança da cor do indicador na solução, **acusando o final da titulação** e, nesse instante, deverá ser cessada a titulação e anotado o volume da solução padrão gasto no procedimento. A partir dos dados da reação entre o **ácido** e a **base**, podemos determinar a concentração de **ácido acético** na amostra de vinagre analisada nesta experiência.

QUESTÕES

1. Mostre a equação da reação química ocorrida na titulação realizada nesta aula prática.
2. Sugira aplicações da titulação ácido-base, relacionadas ao controle de qualidade de produtos utilizados no seu dia a dia.
3. Se ao ferver o leite, ele talha. Qual seria sua acidez aproximada, considerando as informações da tabela ao lado?
4. Numa titulação para determinar a concentração de uma amostra de 20 mL de ácido sulfúrico, foram gastos 40 mL de hidróxido de sódio 0,1 mol/L. Determine a concentração da solução de ácido sulfúrico.
5. Na titulação do vinagre incolor com utilização de fenolftaleína como indicador, pede-se pesquisar:
 - a) a coloração do vinagre com fenolftaleína. b) a coloração da mistura quando ocorre a viragem do indicador na neutralização total da acidez do vinagre.
6. Pesquise os preços de um azeite de oliva extra virgem e um azeite de oliva fino, de uma mesma marca, em prateleiras de supermercados. Qual deles é mais caro? Por quê?

TABELA. Interpretação dos resultados de valores de pH e da acidez do leite.

pH	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS
6,6 - 6,8	Leite normal (fresco).
≥ 6,9	Leite típico alcalino: leite de vaca com mastite, leite de final de lactação, leite de retenção, leite fraudado com água.
6,5 - 6,6	Leite ligeiramente ácido: leite de princípio de lactação, leite com colostro, leite em início de processo de fermentação.
6,4	Leite que não resiste ao aquecimento a 110°C.
6,3	Leite que não resiste ao aquecimento a 100°C.
6,1	Leite que não resiste à pasteurização a 72°C.
5,2	Leite que começa a flocular à temperatura ambiente.
6,5	Soro de queijo.

Fonte: Maria A. Brito et al. (1995).

PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES

Em cidades de países muito frios, uma alternativa para evitar a perda de atrito dos pneus dos veículos com a superfície lisa do gelo depositado nas ruas pela neve ou granizo, consiste em espalhar sais, como o cloreto de magnésio (foto ao lado), em cima do gelo. Desse modo, é possível interferir na fusão do gelo, uma vez que os íons do cloreto de magnésio estabelecem uma interação intensa com as moléculas do gelo promovendo, assim, a destruição da estrutura cristalina na superfície da fase sólida. Esse fenômeno será estudado nesta experiência.



Ovos (detalhe) de *Malacosoma americanum* contém **glicerol** em uma proporção de 35% de seu peso seco.

Fonte: Descenso... (2015).

Por outro lado, alguns animais evitam o congelamento, usando anticongelantes fisiológicos como o **glicerol**. Muitos insetos (figura à esquerda) produzem concentrações elevadas de **glicerol** e outros polióis durante o inverno para prevenir o seu congelamento sob temperaturas de até -17°C .



Embalagens de **cloreto de magnésio** utilizado, em países frios, sobre o gelo para fundi-lo, evitando derrapagens de veículos.

Foto: Salt... (2015).

OBJETIVO DA PRÁTICA: observar a mudança das temperaturas de congelamento e de ebulição da água na presença de um soluto não volátil nela dissolvido.

MATERIAIS E REAGENTES: gelo picado, sal grosso, termômetro, tampa de plástico (de lata de leite em pó), isolante térmico para latas de bebidas, béquer de 250 mL, água gelada, aquecedor, copos descartáveis de plástico para água e café.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. OBSERVANDO A FUSÃO DO GELO

- Coloque o gelo picado e a água gelada no copo de isopor.
- Insira o termômetro na água gelada e observe a temperatura. Anote-a quando estabilizar (essa é a temperatura de fusão do gelo).
- Sobre o gelo, coloque o sal grosso e misture brandamente o material.
- Observe o que ocorre com a temperatura da mistura e anote o resultado. Compare com a temperatura antes de colocar o sal.

2. OBSERVANDO A EBULIÇÃO DA ÁGUA

- Coloque cerca de 150 mL de água no béquer para ferver sobre um aquecedor.
- Quando estiver fervendo, leia e anote a temperatura correspondente (essa é a temperatura de ebulição da água no local do experimento*).
- Mantenha uma fervura branda e coloque, com cuidado, o sal na água. Observe o que ocorre de imediato.
- Quando a mistura tornar a ferver, leia e anote a temperatura correspondente. Compare com a temperatura lida antes de colocar o sal.

* O ponto de ebulição do líquido depende da pressão atmosférica local.

Nas experiências executadas será desconsiderado o fato do sal grosso se encontrar na temperatura ambiente e não nas temperaturas dos meios aos quais serão adicionados e, em consequência, desconsideram-se as trocas térmicas entre os componentes das misturas.



Fig. 1 – São necessários dois copos de **gelo picado** e meio copo de **sal grosso** para a execução desse experimento.



Fig. 2 – Um copinho de **sal grosso** e 150 mL de **água** para o experimento. Observe o termômetro com o anteparo (disco de plástico) para os vapores, evitando o embaçamento do termômetro.

DESCARTE DE RESÍDUOS

A salmoura gerada nos procedimentos pode ser reservada para utilização no experimento 13.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



LEITURA RECOMENDADA

Chuva artificial pode ser alternativa à transposição do São Francisco

As chuvas artificiais podem resolver o problema da seca do Nordeste brasileiro e ser uma alternativa viável ao polêmico projeto de transposição das águas do Rio São Francisco. Quem garante é o engenheiro mecânico Takeshi Imai, pesquisador-visitante do Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA) de São Paulo. Imai é criador do projeto de Modificação Consciente do Clima e Ambiente (Mod Clima), concluído em 2001.

A pesquisa foi premiada com a medalha de ouro da Ciência e Tecnologia em julho, na França, mas ainda é vista com reserva por muitos brasileiros. O assunto é pesquisado em várias partes do mundo desde a década de 1950. Apesar de algumas experiências bem sucedidas, como a que utiliza iodeto de prata em nuvens supergeladas, acreditava-se que esse era um tipo de prática restrita e com resultados questionáveis no que se refere a preço e consequências ao ambiente e aos seres humanos.

Ao contrário dos processos anteriores que, além do iodeto de prata, utilizaram cloreto de sódio, Imai usa água potável diretamente em nuvens pré-selecionadas por um radar meteorológico de sensibilidade superior à dos convencionais. A técnica imita um procedimento adotado pela própria natureza, que se vale das chamadas "gotas coletoras" para

unir gotículas dispersas dentro da nuvem e, desse modo, provocar a chuva.

Uma vez detectada a nuvem com condições ideais, os pesquisadores enviam um avião, que injeta água em quantidade controlada. Cada litro de água aplicado gera 500 mil litros de chuva, o equivalente a 250 caminhões-pipa. O resultado aparece num prazo que varia de 15 a 20 minutos.

O pesquisador garante que o procedimento pode ser utilizado, com sucesso, em qualquer região do Brasil e do mundo e que, nos anos de 2003 e 2004, evitou o racionamento de água em São Paulo. Poderia ser ainda uma alternativa para salvar produções agrícolas dos efeitos da estiagem em vários estados. O custo do investimento varia entre R\$ 100 e R\$ 150 mil.

A técnica já foi patenteada e, de acordo com Imai, despertou o interesse dos franceses. No Brasil, o estado interessado em conhecer o método deve procurar o ITA.

Fonte: adaptado de Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio (2015).

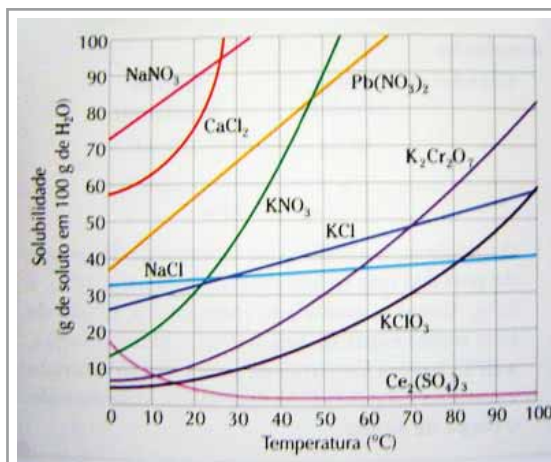


Saiba mais...

São denominadas propriedades coligativas das soluções as alterações provocadas em um solvente quando um soluto é nele dissolvido. A presença de partículas do soluto no meio traz consequências nos valores da pressão de vapor, das temperaturas de congelamento e de ebulição bem como na pressão osmótica do líquido. Essas alterações no comportamento do solvente devem-se às interações soluto-solvente. A quantidade de soluto dissolvido maximiza tais alterações. Assim, o maior número de partículas dissolvidas em solução aumenta o efeito da propriedade coligativa.

QUESTÕES

1. Explique por que ocorre a fusão do gelo em contato com o sal grosso. Como age o iodeto de prata (AgI) na formação da chuva artificial?
2. Qual o valor da pressão de vapor da água quando a água estiver em ebulição, ao nível do mar?
3. O que ocorre com o valor da pressão de vapor da água no instante em que o sal é adicionado?
4. Qual o valor da pressão de vapor da água quando a mistura ferve?
5. Explique, usando o gráfico ao lado, por que o cloreto de cálcio, e não o de sódio, é empregado no inverno como anticongelante da água em países frios?
6. Localize, na literatura, as estruturas moleculares do glicerol e do etilenoglicol e identifique nelas a que se devem suas interações intermoleculares com a água.



Curvas de solubilidade de alguns sais em água.

Fonte: Peruzzo e Canto (2003b, p.552).

REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO

O termo **oxidação** teve, inicialmente, relação com as reações de substâncias elementares com o oxigênio, formando compostos que o contém. Embora tal designação seja correta, presente-mente constitui-se em oxidação qualquer reação química em que as combinações atômicas resul-tem em aumento do número de oxidação (N_{ox}) de algum elemento. Simultaneamente acontece um processo denominado de **redução**. A redução é definida como a diminuição do N_{ox} de um outro elemento na transformação química, e independe da presença do oxigênio.

Esse tipo de reação química é constatado corren-temente, desde aquelas que ocorrem em nosso or-ganismo, como as reações observadas na digestão dos alimentos, até as reações de natureza inorgâni-ca, como o enferrujamento e as indesejadas corro-sões verificadas em alguns metais.

A corrosão metálica, que é o desgaste devido a uma reação química, pode ser evitada por meio de cer-tos tratamentos dados ao metal, como a galvaniza-ção, a pintura da superfície e os banhos com outros metais. Também a galvanização constitui um exem-plo de reação química, envolvendo óxido-redução.



O ato de recobrir uma superfície de metal com uma camada fina de outro metal é conhecido como **galvanização**. Esse processo é geralmente usado para proteger objetos metálicos contra a ferrugem e para melhorar sua aparência. Permite também revestir anéis com uma camada de ouro e faqueiros com uma camada de prata. O ferro galvanizado consiste no ferro que recebeu uma camada superficial de zinco por eletrólise.

Fonte: Mundo... (2015).

OBJETIVO DA PRÁTICA: executar e equacionar al-gumas reações químicas de óxido-redução.

MATERIAIS E REAGENTES: um frasco de vidro de 100 mL, um pedaço de esponja de aço, solução alcoólica de iodo, alvejante (água sanitária), vinagre branco, conta-gotas e um bastão de vidro ou madeira.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque cerca de 80 mL de vinagre e 5 mL da solução alcoólica de iodo (contém 2% de iodo, I_2) no frasco de vidro.
- Insira o pedaço da esponja de aço (con-tém o elemento ferro, **Fe**), agite-o com o auxílio do bastão, observe e anote as mudan-ças ocorridas [REAÇÃO 1].
- Retire a esponja de aço do frasco de vi-dro após o término das mudanças que indicam a ocorrência de uma reação química.
- A seguir, adicione à solução formada no frasco algumas gotas do alvejante (água sanitária).



Foto: arquivo dos autores.
Materiais usados nesta prática: solução que contém iodo a 2%; vinagre (contém ácido acético); água sanitária que é uma solução que contém hipoclorito de sódio, $NaClO$.

- Observe e anote as mudanças indicativas de uma reação química (lembre-se de que o alvejante contém hipoclo-rito de sódio, **$NaClO$**) [REAÇÃO 2].
- Escreva as equações das reações químicas [1 E 2] que ocorreram durante a realização do experimento.
- Indique os elementos químicos que sofreram oxidação e os que sofreram redução nas reações químicas que ocorreram durante o experimento.

DESCARTE DE RESÍDUOS

O resíduo líquido gerado neste procedimento pode ser descartado diretamente na pia do laboratório. A lã de aço empregada pode ser descartada na lixeira do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- **Galvanização** – processo de proteção de superfícies metálicas pelo recobrimento com outro metal de menor potencial de redução, denominado metal de sacrifício. O termo galvanização é uma homenagem ao cientista italiano *Luigi Galvani* (foto ao lado).
- **Pinturas de superfícies metálicas** – alguns metais podem sofrer corrosão facilmente se expostos ao ar ou a água. A pintura da superfície desses metais tem como objetivo impedir o contato do metal com o meio oxidante.
- **Camada apassivadora** – diversos metais podem formar seus respectivos óxidos quando em presença de oxigênio. Quando o óxido formado recobre a superfície metálica aderindo-se a ela, forma-se a chamada camada apassivadora, que impede a oxidação do metal, pois impossibilita o contato com agentes oxidantes (o oxigênio do ar e o oxigênio dissolvido na água).
- **Lentes fotocromáticas** – o escurecimento relaciona-se com uma reação de oxido-redução em que a prata metálica é a espécie responsável pelo escurecimento das lentes. A seguir é mostrada a equação química correspondente: $2 Ag^+ + Cu \xrightarrow{2+ \text{ luz}} 2 Ag + Cu^{2+}$.



Fonte: Galvani (2015).

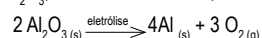


Somente uma das lentes foi exposta à luz ultravioleta do sol.

LEITURA RECOMENDADA

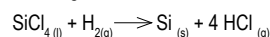
Reações de oxido-redução no cotidiano

Nosso contato com reações de oxido-redução e eletrólises em nosso dia a dia não está limitado a baterias ou aos benefícios da desinfecção por cloro. Alguns metais são obtidos por um desses processos. Quantidades industriais de alumínio são produzidas pela eletrólise de soluções de óxido de alumínio, Al_2O_3 , dissolvido em criolita, $NaAlF_6$, a quente:



O óxido de alumínio é obtido por meio do processamento da bauxita, um minério de alumínio.

O silício altamente puro, necessário para a produção de chips usados em computadores e calculadoras, é obtido pela redução do tetracloreto de silício, $SiCl_4$, com hidrogênio:



Também o banho de cobre em objetos depende da transferência de elétrons. O banho de cobre – transferência desse metal de um material de cobre para um outro objeto – ocorre quando o cobre metálico e o objeto a ser banhado são colocados em uma solução eletrolítica e são conectados aos pólos de uma bateria. O cobre é

conectado no ânodo; o cátodo é o objeto a ser banhado. Para facilitar o recobrimento, objetos que não são bons condutores de eletricidade são recobertos com uma fina camada de grafite.

Além disso, observam-se alguns dos mais proveitosos aspectos da oxidação e corrosão: acumular e obter energia elétrica das baterias e o emprego da eletrólise (como os descritos acima, dentre outros). Entretanto, há um outro lado, indesejável, das reações de oxido-redução: a **corrosão**. Apesar de nós normalmente pensarmos que a corrosão afeta metais, ela é definida genericamente como a erosão e desintegração de algum material como resultado de uma reação química. O termo enferrujar aplica-se especificamente para a corrosão do ferro que produz vários compostos, como óxidos de ferro marrom-avermelhados, combinações de ferro e oxigênio em várias proporções. Corrosões de vários tipos causam bilhões de dólares de prejuízo anualmente no mundo. A reação de oxido-redução de um metal, de enferrujamento é apenas um exemplo, é acelerada pela umidade, pela presença de ácidos ou bases e por vários poluentes do ar e da água. Fonte: adaptado de Snyder (1995, p.279).

Saiba mais...

Durante um processo de oxidação, os átomos de um elemento cedem elétrons para os átomos de outro elemento. Tal transferência de elétrons é definida como oxido-redução. O elemento que cedeu elétrons oxida-se, reduzindo, conseqüentemente, o outro.

Um tipo particular de reação de oxido-redução é aquela que envolve metais, com o conseqüente aumento de seu número de **oxidação**. Assim, quando um elemento metálico sofre oxidação, podemos chamar essa reação química de **corrosão**.

A corrosão de metais gera enormes problemas econômicos e ambientais, motivos pelos quais têm sido realizados grandes esforços no sentido de minimizá-la.

QUESTÕES

1. Explique o que é uma reação de oxido-redução.
2. Explique se as reações ocorridas no experimento são de oxido-redução.
3. Nas reações de oxido-redução do experimento efetuado, indique quais são os agentes oxidantes e os redutores.
4. Qual a finalidade do vinagre no experimento? (Obs.: lembre-se de que a água sanitária é um material básico).
5. Na obtenção do metal alumínio a partir do óxido de alumínio (texto acima), explique se o metal sofreu oxidação ou redução.
6. A corrosão do ferro pode ser explicada, simplificada, da seguinte maneira: (a) o ferro metálico perde 2 elétrons; (b) o oxigênio do ar em meio aquoso ganha 2 elétrons, transformando-se em hidroxilas. Represente as semi-reações (a) e (b) e a equação global do processo de corrosão do ferro.



Instrumentos de laboratório em aço inox.

7. Qual é o elemento que confere o caráter inoxidável ao aço? Pesquise e explique por que o aço inox é resistente à corrosão.

MONTAGEM DE UMA PILHA*

Você já imaginou se não existissem as pilhas e as baterias? Pois bem! Essas úteis invenções do homem são antigas e durante vários anos elas foram sendo aperfeiçoadas. Hoje inúmeros aparelhos são acionados pelos diferentes modelos, tamanhos e potência de pilhas. A pilha de *Daniell*, constituída por eletrodos de zinco e cobre, foi uma das precursoras das demais, por isso, de importância fundamental na descoberta e no desenvolvimento de novos tipos de pilhas e baterias. Atualmente, a pilha de *Daniell* tem, apenas, valor histórico e didático, não sendo usada comercialmente.

OBJETIVO DA PRÁTICA: montar uma pilha experimental, com materiais simples e acessíveis e verificar seu funcionamento, usando-a em um despertador.

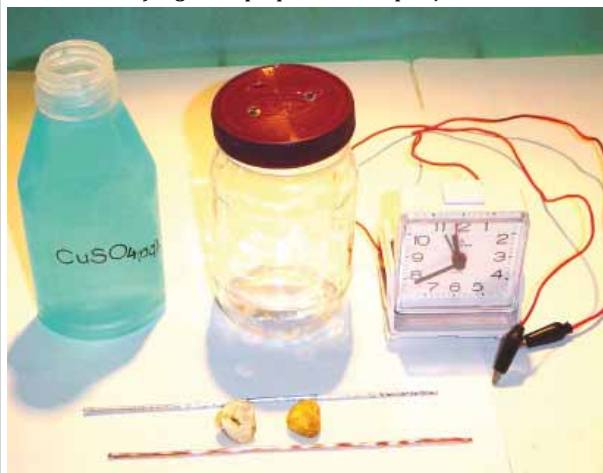
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Faça dois pequenos furos na tampa de plástico do frasco, com o auxílio de um prego aquecido ao rubro e alicate, por onde serão inseridos os dois eletrodos.
- Coloque a solução de sulfato de cobre no frasco até que o volume da solução atinja aproximadamente $\frac{3}{4}$ do volume do recipiente.
- Tampe o frasco e insira os eletrodos nos furos de maneira que fiquem mergulhados verticalmente até encostarem no fundo do frasco.
- Use a massa de modelar para fixar os eletrodos atravessados na tampa do frasco.
- Conecte os fios nos eletrodos e no despertador, deixando os eletrodos submersos na solução.
- Verifique o funcionamento do relógio.
- Programe o alarme do despertador para soar no horário adequado.
- Faça a verificação do funcionamento de uma calculadora simples, que funciona com uma pilha de 1,5 volts, utilizando a pilha montada em substituição à pilha convencional da calculadora.
- Escreva as semi-reações envolvidas no funcionamento dessa pilha.



Aparelhos de diferentes portes requerem **pilhas** ou **baterias** de diferentes tamanhos, formatos e potência. A natureza dos compostos químicos com os quais é gerada a energia também é uma variável nas características dessas valiosas fontes de energia elétrica.

MATERIAIS E REAGENTES: um frasco com tampa de plástico, um pedaço de fio de cobre desencapado de 20 cm (4 mm² de secção), um pedaço de eletrodo de magnésio de 25 cm, solução de sulfato de cobre¹ (40,0g/L), um despertador movido por uma pilha, uma calculadora que funcione com uma pilha AA, fios conectores finos, massa de modelar (ou de vidraceiro) e garras pequenas do tipo “jacaré”.



Materiais que serão utilizados na montagem desta experiência.

DESCARTE DE RESÍDUOS

A solução resultante deve ser diluída e descartada diretamente na pia. Os eletrodos podem ser reutilizados em experimentos posteriores.

FAÇA UMA PILHA COM UM LIMÃO: utilizando-se de uma moeda de cobre, um parafuso galvanizado, um limão, quatro pequenas pinças tipo “jacaré” e fios finos de cobre (de equipamento de som de automóvel, por exemplo), é possível montar facilmente uma pilha (figura ao lado). Para inserir a moeda no limão, use um canivete fazendo um pequeno corte na casca do limão. Amarre os extremos dos fios de cobre aos jacarés. Prenda um dos fios pelo jacaré ao parafuso já inserido no limão e o outro fio à moeda. Os extremos opostos de ambos os fios devem ser presos aos terminais da calculadora, respeitando a polaridade de seus terminais. LEMBRE-SE: VOCÊ ESTÁ SUBSTITUINDO A PILHA ORIGINAL DA CALCULADORA! Ligue a calculadora e verifique se ela funciona normalmente. Obs: essa pilha é mais eficiente usando eletrodos de fio de cobre rígido decapado e uma vareta de magnésio de 2 mm de diâmetro. Esses eletrodos são de aproximadamente 6 cm de comprimento.



* Esta experiência foi incluída neste texto em virtude de ser imprescindível ao conteúdo da Química ministrada no ensino médio. Para tal, o assunto foi apresentado como uma simplificação do artigo PILHAS DE Cu/Mg, de N. Hioka et al., publicado na revista Química Nova na Escola, n.11, maio 2000. Na oportunidade, os autores deste livro expressam o seu reconhecimento aos autores do artigo mencionado pelos méritos dessa publicação.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- As **pilhas comerciais** são utilizadas em aparelhos eletrônicos em geral, como calculadoras, agendas eletrônicas, relógios e lanternas.
- **Baterias** de automóveis, motocicletas, caminhões e veículos em geral são responsáveis pelo fornecimento da energia elétrica requerida para o funcionamento das luzes, rádios, limpadores de parabrisas e demais acessórios dos veículos.
- **Baterias** de telefones celulares, marcapassos cardíacos, filmadoras e microcomputadores.
- **Luzes de emergência** para prédios e estabelecimentos comerciais.



LEITURA RECOMENDADA

Bateria usada de celular é ameaça

Baterias de celulares usadas representam um grave problema para o meio ambiente. Nem governos nem fabricantes sabem qual o destino final mais adequado.

Formada por metais pesados, como chumbo e cádmio, as baterias acabam vazando e contaminando o solo e o lençol freático. Estes metais podem provocar doenças ligadas ao sistema nervoso e afetar os rins.

Sem uma política adequada para o recolhimento e a destinação, cerca de 11 toneladas acabam jogadas no lixo comum por ano. Os fabricantes recomendam que as baterias sejam devolvidas nos postos de vendas. Seriam armazenadas até que se tenha destino mais seguro.

Fonte: [Da Reportagem Local], 1998.

Nota dos autores: atualmente são empregados, na fabricação de baterias, metais e componentes menos agressivos ao meio ambiente. Todavia, a legislação vigente preconiza o recolhimento e a devida destinação das baterias esgotadas.



Saiba mais...

As pilhas são dispositivos que produzem corrente elétrica por meio de uma reação química. São constituídas de dois pólos, normalmente metálicos, denominados de ânodo (polo negativo) e o cátodo (polo positivo) além dos eletrólitos, que são os reagentes envolvidos na reação química.

O valor da diferença de potencial de uma pilha, comumente denominada de voltagem, está relacionada aos materiais (regentes) dos quais é constituída e pode ser medida por um voltímetro.

Diferentemente das pilhas, as baterias consistem em um conjunto de unidades de pilhas dispostas em sequência de maneira a multiplicar a voltagem até se obter o valor necessário para a finalidade desejada.

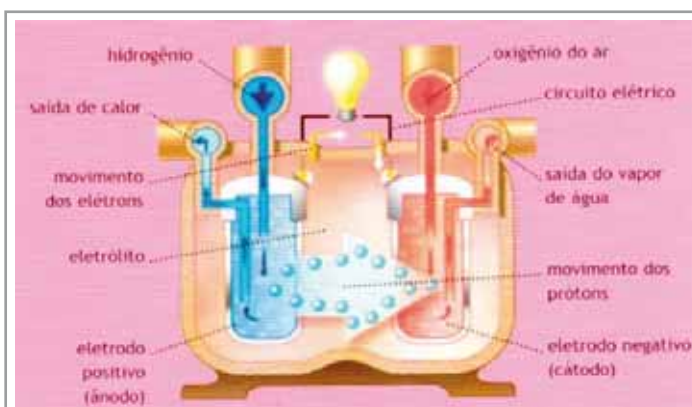
NOTE QUE NA PILHA É CONVENCIONADO SER **POSITIVO** O ELETRODO DENOMINADO **CÁTODO** E **NEGATIVO** O **ÂNODO**.



Sinais “+” e “-” indicam os polos da pilha.

QUESTÕES

1. Indique o ânodo e o cátodo na pilha de Daniell, produzida pelos metais zinco e cobre e soluções aquosas destes dois íons metálicos.
2. Escreva as equações de cada eletrodo bem como a reação global da pilha de Daniell. Indique qual o metal que se oxida e qual se reduz.
3. Sugira uma pilha constituída de outros metais. Indique o cátodo e o ânodo dessa pilha.
4. Explique como os metais usados em baterias podem contaminar a água que você utiliza em sua própria casa.
5. Faça uma lista dos metais pesados utilizados nas pilhas e baterias que, sem o devido descarte, podem causar contaminação do solo e da água.
6. Qual a diferença entre pilhas e baterias? Cite exemplos.



A **célula de hidrogênio** – uma célula é, de certa forma, uma bateria comum com dois eletrodos (um positivo e um negativo) num eletrólito (solução que conduz energia). O hidrogênio entra por um lado da célula (o ânodo) e o oxigênio pelo outro (o cátodo). Uma reação química ocorre quebrando cada molécula de hidrogênio em duas. Os elétrons carregados negativamente são direcionados por um circuito. Os prótons remanescentes (H^+) passam através de uma membrana para o cátodo, onde se reúnem aos elétrons e se combinam com o oxigênio para formar água.

Fonte: Pearce (2002, p.60).

7. Escreva as semi-reações que ocorrem no cátodo e ânodo da pilha de hidrogênio.
8. Escreva a reação global do funcionamento da pilha de hidrogênio.

ELETRÓLISE

A **eletrólise** é um dos processos mais importantes para a obtenção de insumos que envolvem desde metais a reagentes químicos.

Substâncias de uso corrente, tais como o cobre eletrolítico, o hidróxido de sódio e o alumínio metálico, são obtidas industrialmente desse modo.

Nesse tipo de reação de óxido-redução, os elétrons são fornecidos por meio da corrente elétrica, o que permite a redução de diversas espécies químicas.

Por esse motivo, o consumo de eletricidade nessas indústrias é elevado, o que encarece alguns produtos obtidos desse modo, como os metais acima mencionados. Muitos desses metais são reciclados como forma de reduzir o custo de sua produção, colaborando ao mesmo tempo com a conservação do meio ambiente e das reservas naturais dos minérios dos quais são obtidos.



O **alumínio**, material do qual são feitos utensílios de cozinha, e a **soda cáustica** (hidróxido de sódio comercial) são exemplos de materiais obtidos por meio da eletrólise. Na reciclagem do alumínio, economiza-se cerca de 95% da energia elétrica que seria necessária para produzir a mesma quantidade de alumínio a partir de seu minério, a bauxita.

OBJETIVO DA PRÁTICA: montar e realizar a eletrólise da água bem como verificar as propriedades dos gases produzidos em relação à combustão.

MATERIAIS E REAGENTES: recipiente de 500 mL (fundo de garrafa de plástico), água, hidróxido de sódio comercial (NaOH), dois eletrodos (fios de cobre de 20 cm, seção 2 mm² desencapados nas pontas), fios de cobre finos com conectores pequenos tipo jacaré, eliminador de pilhas, dois tubos de ensaio pequenos e uma espátula de madeira (palito de picolé).

Para testar a combustão dos gases produzidos, use luvas de borracha e caixa de fósforos.



Dirigível *Hindenburg*, sustentado pelo gás **hidrogênio**, incendiou-se em Lakehurst (EUA) em 1937. Fonte: LZ129 (2015).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque cerca de 200 mL de água no recipiente.
- Conecte os dois eletrodos ao eliminador de pilhas, mantendo uma das extremidades mergulhada na solução. **Previamente**, faça uma pequena curvatura nas extremidades submersas dos eletrodos, onde serão presos os tubos de ensaio. Esquema ao lado.
- Encha os dois tubos de ensaio de água até a borda. Tampe as bordas dos tubos com o dedo e insira-os dentro do béquer, com a boca invertida.
- Fixe os tubos de ensaio nas extremidades dos eletrodos, dentro do béquer com água, de modo a permitir a coleta dos gases a serem desprendidos.
- Coloque duas espátulas de hidróxido de sódio e agite a solução obtida.
- Ligue o eliminador de pilhas na tomada, de modo a fornecer **9 volts**, e observe as mudanças ocorridas.
- **Testando os gases produzidos** – retire cuidadosamente os tubos de ensaio da montagem, um por vez, usando uma luva de borracha, tampando com o dedo a boca dos tubos, evitando a perda dos gases.
- Examine a combustão do hidrogênio, levando um palito de fósforo aceso à boca do tubo de ensaio.
- Teste o poder comburente do oxigênio introduzindo um palito de fósforo em brasa dentro do tubo de ensaio.



Depois da montagem da **célula eletrolítica**, coloque uma pitada de hidróxido de sódio na água para produzir os íons necessários à condução da eletricidade entre os eletrodos.

DESCARTE DE RESÍDUOS

A solução alcalina residual pode ser reservada em frasco apropriado (polipropileno ou polietileno) para neutralizar resíduos ácidos de outras experiências. Alternativamente, essa solução poderá ser neutralizada com vinagre e a solução resultante descartada diretamente na pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- O **hidróxido de sódio**, matéria-prima na fabricação de sabões e detergentes, pode ser obtido industrialmente por intermédio da eletrólise da água do mar.
- O **alumínio metálico**, largamente utilizado na fabricação de utensílios domésticos, fios condutores de eletricidade e na construção civil, é obtido a partir de seu minério, a bauxita, por eletrólise ígnea.
- **Produção do gás cloro, Cl₂**, para o uso em tratamento de água e na produção de hipoclorito de sódio, principal componente da *água sanitária*.
- Obtenção do **gás hidrogênio** puro na eletrólise da água.
- Obtenção de outros metais tais como: **magnésio, potássio, sódio e lítio**.



Foto: arquivo dos autores.

O **cobre** é usado para confeccionar diferentes tipos de peças metálicas como tubos para condução de gás, fios condutores, ligas metálicas para cunhar moedas e ferramentas como o maçarico acima.

LEITURA RECOMENDADA

A eletrólise executada nesta prática é denominada eletrólise em solução aquosa. Entretanto, procedimentos eletrolíticos podem ser executados envolvendo compostos iônicos fundidos. São as denominadas eletrólises ígneas. A eletrólise ígnea da alumina – Al₂O₃ –, que é obtida da bauxita (um minério de alumínio), produz o alumínio metálico, material largamente utilizado pelo homem. O texto a seguir mostra como o processamento da bauxita possibilitou a produção do alumínio pelo processo hoje conhecido como *Héroult-Hall*.

A obtenção do alumínio - o processo de Héroult-Hall

O alumínio foi obtido, pela primeira vez, em 1825, pelo dinamarquês Hans Christian Oersted. Uma preparação mais cuidadosa foi feita dois anos mais tarde, pelo alemão Friedrich Wöhler. Contudo, o método para obtê-lo era tão caro que não permitia seu uso em larga escala. Foi a partir de 1886, com a descoberta de um processo econômico para sua fabricação, que suas aplicações começaram a se multiplicar, tornando-se conhecido pela população de todos os continentes durante o século XX.

Até 1886, o processo conhecido para a obtenção do alumínio, descoberto em 1825, envolvia reagentes muito caros. Ao que tudo indicava, à luz dos conhecimentos da época seria possível produzir o metal passando corrente elétrica (processo chamado de eletrólise) através da alumina fundida. Contudo a dificuldade residia no fato de a temperatura de fusão desse material ser superior a 2 mil graus,

demais para ser atingida e mantida em uma indústria. Em 1886, com a idade de apenas 23 anos, Charles Martin Hall descobriu uma solução para o problema. Em vez de fundir a alumina, ele a dissolveu em criolita (Na₃AlF₆) fundida, cuja fusão ocorre a cerca de 1 mil graus Celsius. Passando a fabricar alumínio por esse método, Hall fundou a **Aluminum Corporation of America**. Quando morreu, em 1914, estava multimilionário.

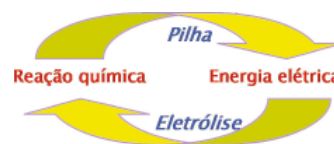
Coincidentemente, no mesmo ano de 1886, Paul-Louis Toussaint Héroult, jovem francês, também de 23 anos, trabalhando independentemente em seu país, chegou às mesmas conclusões que Hall. Assim o processo de obtenção de alumínio por via eletrolítica a partir da alumina, ainda hoje essencialmente o mesmo, é chamado de **Processo de Héroult-Hall**.

Fonte: Canto (2004).

Saiba mais...

A eletricidade pode estar relacionada à uma reação química. Quando uma reação espontânea ocorre, gerando corrente elétrica, o sistema é denominado de pilha. Por outro lado, se a reação é alimentada por uma corrente elétrica, é denominada eletrólise. Portanto, a *eletrólise é uma reação química que se processa com o fornecimento de energia elétrica*:

NOTE QUE NA ELETRÓLISE É CONVENCIONADO SER **POSITIVO** O ELETRODO DENOMINADO **ÂNODO** E **NEGATIVO** O **CÁTODO**.



QUESTÕES

1. Escreva as equações das reações químicas ocorridas em cada eletrodo da eletrólise realizada no laboratório.
2. Escreva a equação global dessa eletrólise.
3. Cite uma aplicação de cada um dos produtos obtidos.
4. Se à solução submetida à eletrólise fosse adicionado cloreto de sódio, quais seriam os produtos dessa eletrólise? Escreva as equações das reações.
5. Por que a eletrólise da alumina era inviável até que foi descoberto o processo de *Héroult-Hall*?
6. Equacione a reação de combustão do gás hidrogênio.
7. Sabendo-se que na eletrólise o eletrodo positivo é o ânodo e o negativo é o cátodo, indique em qual dos eletrodos ocorreu a redução e a oxidação das espécies.



Foto: arquivo dos autores.

8. Em qual dos tubos acima despreendeu-se cada um dos produtos da eletrólise? Como você chegou a essa conclusão?

GALVANIZAÇÃO

Alguns metais apresentam certa facilidade de sofrer corrosão, o que traz sérios prejuízos materiais e econômicos. O homem tem combatido esse tipo de reação química em face da deterioração desses materiais. Uma forma de proteger as superfícies metálicas contra a corrosão é revesti-las com um outro metal cuja oxidação, em geral, seja mais fácil. Esse processo é denominado de **galvanização**, em homenagem ao físico italiano *Luigi Galvani* pelos seus estudos, envolvendo a eletroquímica, como mencionado anteriormente.

OBJETIVO DA PRÁTICA: galvanizar uma superfície metálica

MATERIAIS E REAGENTES: frasco de vidro de 100 mL, copos de plásticos para café, fios finos de cobre com conectores pequenos tipo jacaré, duas chaves de latão, um prego, um eletrodo de chumbo (uma chumbada em bastão), solução aquosa de sulfato de cobre a 10%¹, tinta para cabelo que contenha acetato de chumbo¹, ácido muriático¹, vinagre incolor, pasta d'água, uma colher, eliminador de pilhas, uma pinça metálica e guardanapos de papel.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. RECOBRINDO POR GALVANIZAÇÃO COM COBRE

- Lave cuidadosamente o prego com sabão e água e enxugue-o. Se possível, faça uma decapagem com ácido muriático.
- Com o auxílio da pinça, coloque o prego no béquer e, em seguida, adicione a solução de sulfato de cobre até recobrir totalmente o prego. Aguarde de três a cinco minutos e observe o resultado obtido.
- Na sequência, retire o prego com ajuda da pinça metálica e lave-o com água e coloque-o sobre um guardanapo de papel.

2. RECOBRINDO POR GALVANIZAÇÃO COM CHUMBO*

- Coloque 50 mL da tinta contendo acetato de chumbo e 50 mL de água filtrada no béquer de 100 mL.
- Introduza a chave de latão no líquido. Observe se houve deposição metálica espontânea na superfície da chave. Caso contrário, proceda como a seguir:
- Monte a célula eletrolítica de modo que a chave seja o cátodo, conforme mostrado ao lado.
- Prenda o cátodo (o polo negativo) e o ânodo (bastão de chumbo, o polo positivo) com os jacarés e conecte-os aos respectivos polos do eliminador de pilhas.
- Coloque os eletrodos na solução e ligue o eliminador de pilhas, usando 6 ou 9 volts.
- Observe as mudanças verificadas na chave ao longo do tempo.
- Quando a chave estiver recoberta, desligue o eliminador de pilhas e retire-a, enxugando-a sobre um guardanapo de papel.

3. RECOBRINDO POR GALVANIZAÇÃO COM ZINCO

- Use a segunda chave, procedendo como no experimento 2 (exceto a 1ª etapa), usando solução de acetato de zinco (preparada como descrito ao lado) para efetuar a deposição metálica na superfície da chave.
- Use como ânodo um pedaço de chapa de ferro galvanizado (utilizado na confecção de calhas, por exemplo) ou um prego ou arame galvanizado.
- Compare as duas chaves galvanizadas.



Grampas galvanizadas são confeccionadas de ferro **revestido com zinco**. A camada de zinco é aplicada sobre a superfície do ferro por um processo eletrolítico denominado de galvanização.



Antes de efetuar a deposição eletrolítica, o material deve ser **lavado e decapado** (imersão em ácido muriático).



Montagem de uma **célula eletrolítica** utilizando materiais e reagentes alternativos.



OBTENÇÃO DA SOLUÇÃO DE ACETATO DE ZINCO

Coloque $\frac{1}{4}$ de colher de café de pasta d'água em um copo de vidro e acrescente vinagre incolor, aos poucos e sob agitação, até total dissolução. Use a solução obtida para efetuar o recobrimento por galvanização com zinco.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Resíduos gerados na decapagem dos metais: deve ser neutralizado com solução alcalina e a solução resultante descartada diretamente na pia do laboratório.

Solução residual do procedimento 1: insira na solução um pedaço de lâmina de aço e deixe-os em contato até que todo o cobre seja depositado na lâmina, descorrendo a solução. Depois de removida, a lâmina de aço deve ter como destino a lixeira do laboratório. A solução resultante deve ser diluída com água e descartada diretamente na pia.

Solução residual do procedimento 2: reserve-a para uso em experiências posteriores. Se a solução estiver muito diluída, adicione uma nova porção da tinta, contendo acetato de chumbo.

Solução residual do procedimento 3: reserve-a para uso em experiências posteriores. Se a solução estiver muito diluída, adicione uma nova porção da solução de acetato de zinco. Eletrodos: os eletrodos de chumbo e zinco devem ser reservados para uso em experiências posteriores.

* Soluções contendo metais pesados como chumbo não devem ser descartadas diretamente na pia. O descarte correto requer que o sólido e as soluções que contêm esse metal sejam empregados na fabricação de um bloco de concreto de maneira a imobilizar esse metal, evitando a contaminação do meio ambiente.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- As **chapas de aço galvanizadas** são utilizadas nos estaleiros para construir navios, dificultando a corrosão do ferro pela água salgada.
- Na produção de **telhas metálicas galvanizadas** com zinco.
- No acabamento da fabricação de relógios e bijuterias **folheadas** a ouro.
- Chaves de latão **cromadas**.
- Por galvanização, os cliques metálicos são **recobertos** por uma fina camada de cromo ou zinco.
- Em **cromação** de aço para a produção de para-choques de automóveis antigos e guidões para bicicletas.
- Produção de **arames galvanizados** para uso em cercas e alambrados.
- **Chapas de ferro galvanizadas** com zinco para telhados, calhas e rufos.



Arame e outras ferragens fabricadas com ferro galvanizado.



Torneiras e outros componentes metálicos utilizados em banheiros são, em geral, feitos de latão e **cromados**. A cromação, além de melhorar o aspecto visual, é uma proteção necessária para evitar a corrosão, devido à presença de umidade e de materiais eletrolíticos de caráter básico, como sabonetes e xampus.



Anéis folheados a ouro.

LEITURA RECOMENDADA

Galvanização do ferro

A oxidação de metais na presença de ar ou água resulta numa série de reações redox, envolvendo a combinação do metal, oxigênio e água. O ferro, por exemplo, oxida-se mais rapidamente no ar úmido que no ar seco. Essas reações resultam na formação de óxidos metálicos, compostos de metal e de oxigênio. Surpreendentemente, a formação desses óxidos pode acelerar ou retardar a corrosão, dependendo da natureza do metal e do óxido formado. O ferro oxida rapidamente porque seus óxidos são grânulos não aderentes. Quando formados, os óxidos desprendem-se do metal facilmente, expondo a nova superfície à corrosão adicional. O alumínio também reage rapidamente com oxigênio para formar o óxido de alumínio, Al_2O_3 . O óxido de alumínio, diferentemente dos óxidos de ferro, forma uma fina, consistente e protetora camada no alumínio metálico, retardando sua oxidação. Assim, apesar do alumínio metálico oxidar-se facilmente, ele é altamente resistente à corrosão.

O largo emprego comercial do zinco metálico não é devido à produção de baterias, mas à galvanização de outros metais, especialmente o ferro e o aço, para provê-los de uma fina camada superficial de zinco metálico que os protege da corrosão. A galvanização é feita por um dos três métodos ao lado:

- Pela redução de cátions zinco diretamente na superfície do metal por meio de uma reação eletroquímica de óxido-redução.
 - Pelo banho do metal em zinco fundido e a quente.
 - Pela pulverização (*spraying*) de zinco fundido na superfície do metal.
- O zinco protege os objetos de ferro pela reação com componentes da atmosfera para formar um filme protetor, como o óxido alumínio o faz, e também devido a sua oxidação mais rápida que a do ferro que está sendo protegido. Se a camada de zinco quebrar e a superfície do ferro imediatamente ficar exposta à atmosfera, o zinco metálico corrói antes que o ferro. É evidente que o zinco é usado como metal de sacrifício para proteger o ferro, estruturalmente mais valioso. Como a galvanização de grandes objetos metálicos apresenta dificuldades práticas, os tanques usados sob a terra para estocar gasolina e outros líquidos perigosos são invariavelmente protegidos da oxidação pelo ataque a um bloco metálico de sacrifício de magnésio. Esses metais são mais facilmente oxidados que o ferro do tanque e assim o protege da corrosão.

Fonte: adaptado de Snyder (1995, p.279-280).

Saiba mais...

A *galvanização* é um processo eletrolítico de recobrimento de um metal por outro. Nesse processo, o cátodo (eletrodo negativo) é mergulhado em uma solução aquosa com íons do metal que deverá recobri-lo por uma fina camada. O ânodo (eletrodo positivo) é constituído pelo metal recobridor.

QUESTÕES

1. Além da melhoria estética de um objeto metálico, qual o motivo para o uso da galvanização de metais?
2. Cite os tipos de galvanização que você conhece, dando um exemplo aplicativo de cada um deles.
3. O que teria acontecido na experiência executada se a chave não tivesse sido previamente lavada?
4. Por que as painéis de alumínio não sofrem corrosão com facilidade?
5. Escreva as equações das semirreações ocorridas nos cátodos das células eletrolíticas onde foram feitas as galvanizações com cobre, chumbo e zinco.
6. O que é a decapagem de um metal? Qual a sua importância no tratamento de proteção ao metal?
7. Escreva a equação química da reação, envolvendo a dissolução da pasta d'água em vinagre.
8. A foto ao lado mostra uma chave parcialmente recoberta por galvanoplastia com zinco. Qual a polaridade do eletrodo (chave) neste procedimento? Correspondeu ao cátodo ou ânodo?



TAXA DE DESENVOLVIMENTO DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Sabemos que no mundo que nos cerca ocorre uma infinidade de reações químicas. Algumas lentas e outras rápidas, elas podem ser benéficas ou não de acordo com as suas implicações. Por isso, é importante que saibamos controlar as TAXAS DE DESENVOLVIMENTO* das reações químicas. A decomposição da água oxigenada, por exemplo, é uma reação química que pode ser alterada pela mudança de fatores tais como: temperatura, presença de catalisador e de luz. Por isso, devemos evitar expor materiais como alimentos, medicamentos, combustíveis a excessos de energia como fontes de calor e luz.

OBJETIVO DA PRÁTICA: estudar alguns fatores que afetam a taxa de desenvolvimento das reações químicas.

MATERIAIS E REAGENTES: dois béqueres de 100 mL, baquetas, faca, água fria, água quente, quatro comprimidos de antiácido (à base de bicarbonato de sódio), água oxigenada de 10 volumes¹, solução alcoólica de iodo¹, solução de tiosulfato de sódio¹ (anticloro para aquários), vinagre branco, batata crua, cronômetro, termômetro, colher (de sopa), garras e suportes.



Controle a **temperatura** de sua geladeira ajustando o termostato para mantê-la sempre a uma temperatura igual ou inferior a 5°C. Nessa temperatura, os microorganismos presentes que podem degradar os alimentos não morrem, mas se desenvolvem mais lentamente, preservando os alimentos por mais tempo.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA

- Coloque a água quente (60 - 70°C) em um béquer e a água gelada (5 - 10°C) no outro.
- Meça a temperatura da água nos béqueres e anote no quadro ao lado.
- Insira simultaneamente os dois comprimidos de antiácido nos béqueres, acionando o cronômetro imediatamente e desligando-o quando os dois comprimidos se dissolverem totalmente.
- Anote, no quadro ao lado, o tempo necessário para a dissolução completa de cada comprimido.

TEMPERATURA (°C)	TEMPO (SEG.)

2. INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE DE CONTATO

- Coloque água nos dois béqueres.
- Triture um comprimido de antiácido dentro do próprio envelope e coloque esse pó em uma colher (de sopa)
- Introduza simultaneamente os comprimidos, inteiro e pulverizado, nos béqueres com água, sob agitação e, imediatamente acione o cronômetro, desligando-o quando os dois comprimidos se dissolverem totalmente.
- Anote no quadro ao lado o tempo necessário para a dissolução completa de cada comprimido.

COMPRIMIDO	TEMPO (SEG.)
Pulverizado	
Inteiro	

3. INFLUÊNCIA DO CATALISADOR

- Coloque cerca de 25 mL de água oxigenada em um béquer e observe.
- Corte uma fatia fina de batata e coloque no béquer.
- Observe as mudanças ocorridas.
- Ao término da decomposição, adicione mais 10 mL de água oxigenada e observe novamente as mudanças ocorridas.

4. INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES

- Coloque 60 gotas de solução de iodo em cada tubo de ensaio, devidamente presos com garras e suportes.
- Adicione gotas de solução de tiosulfato de sódio até descolorir as soluções (cerca de 8 gotas). Coloque mais uma gota para garantir a presença do tiosulfato nas soluções obtidas. A reação que ocorre é descrita pela equação:

$$I_{2(aq)} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow 2I^-{}_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$$
- Coloque 30 gotas de vinagre, em cada tubo, e homogeneíze as soluções obtidas.

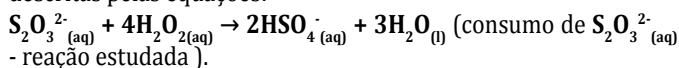
DESCARTE DE RESÍDUOS

Soluções residuais dos procedimentos 1 e 2: podem ser descartadas diretamente na pia do laboratório.
 Solução residual do procedimento 3: deve ser diluída com água e descartada diretamente na pia do laboratório.
 O pedaço de batata crua deve ser descartado diretamente na lixeira.
 Soluções residuais do procedimento 4: devem ser diluídas em água e descartadas diretamente na pia do laboratório.

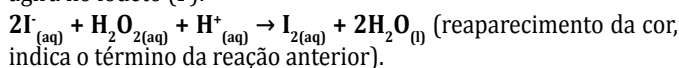
* Antigamente, o termo designado para TAXA DE DESENVOLVIMENTO era "velocidade das reações químicas".*

• Em dois outros tubos, coloque 20 gotas de água oxigenada de 5 volumes (obtida previamente por diluição 1:1) e 10 volumes, em cada tubo.

• Introduza, nas soluções iniciais, a água oxigenada 5 e 10 volumes, em cada tubo, *simultaneamente*. Homogeneíze as misturas, observe e anote os resultados. As reações que acontecem estão descritas pelas equações:



Consumido o tiosulfato ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) agirá no iodeto (I^-):



Água oxigenada 5 e 10 volumes, vinagre, anticloro e solução de iodo a 2%. Prepare a solução de água oxigenada 5 volumes **momentos antes** do experimento.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

• Os *freezers* mantêm os alimentos sob **temperaturas** muito baixas, conservando-os por longos períodos, pois **retardam a sua decomposição** (deterioração do alimento).

• Em aluminotermia, processo de obtenção de metais dos seus respectivos minérios pela redução com o alumínio, esse é **pulverizado** para aumentar a taxa de desenvolvimento da reação. Um exemplo é a obtenção do cromo metálico: $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Cr}(\text{s})$.

• Os **catalisadores** nos conversores catalíticos dos escapamentos automotivos promovem um aumento da taxa de desenvolvimento das reações químicas em que são consumidas substâncias nocivas à saúde, que são transformadas em outras menos tóxicas.

• A destruição da camada de ozônio ocorre devido à ação catalítica dos CFC's, compostos orgânicos fluorados e clorados.



A margarina, que contém óleo vegetal hidrogenado, é obtida por um processo denominado hidrogenação catalítica, onde atua um **catalisador** de níquel para acelerar a reação química.

LEITURA RECOMENDADA

O conversor catalítico

O conversor catalítico, que contém o catalisador nos escapamentos dos automóveis, tem o aspecto externo de um silenciador de escapamento. Internamente possui uma estrutura de cerâmica muito porosa, por onde passam os gases de escape. Ao contrário do que se pode pensar, não é um filtro. A cerâmica é revestida com uma finíssima camada de uma liga metálica de platina e ródio. Ela tem a capacidade química de reduzir os óxidos de nitrogênio, resultando em nitrogênio molecular (N_2), como o que existe naturalmente na atmosfera. Com os átomos de oxigênio que sobram, a liga catalítica promove a oxidação do monóxido de carbono, aldeídos e hidrocarbonetos. O resultado é a formação de gás carbônico e vapor de água. Uma das maiores dificuldades para o uso de catalisadores está na composição da gasolina.

Caso haja o chumbo como aditivo, a tendência é a de que ele se deposite na superfície da cerâmica, inutilizando o equipamento. Além disso, a presença de enxofre leva à formação de gás sulfídrico, se o motor não estiver em boas condições de regulagem. Isso gera um odor desagradável, como o de ovos podres.

O sistema combinado de injeção eletrônica (dispositivo de injeção direta que substitui o carburador, mantendo a relação ar-combustível ideal durante o funcionamento do motor) e catalisador proporcionam uma redução de mais de 90% na emissão dos principais poluentes.

Fonte: Branco e Murgel (1995).

Saiba mais...

A taxa de desenvolvimento das reações químicas depende fundamentalmente da **frequência dos choques entre as moléculas reagentes, além da geometria e energia desses choques**, que deverão ser capazes de quebrar as ligações químicas entre os átomos para se combinar e formar novas substâncias denominadas de produtos. Alguns fatores como a variação da temperatura, a superfície de contato e a presença de catalisadores afetam essa taxa em vista da alteração da intensidade de choques entre as espécies químicas que constituem os reagentes ou, no caso da presença de catalisadores, diminuindo a energia de ativação necessária para o processamento da reação.

QUESTÕES

1. Qual a influência da variação da temperatura na taxa de desenvolvimento das reações químicas? Justifique a resposta em termos de choques entre as moléculas reagentes.

2. Qual a influência do aumento da superfície de contato entre os reagentes de uma reação química? Justifique a resposta em termos de choques entre as moléculas reagentes.

3. Como um catalisador atua em uma reação química? Justifique a resposta.

4. Escreva as reações químicas provocadas pelos catalisadores dos automóveis, envolvendo o monóxido de nitrogênio e o monóxido de carbono.

5. Por que os catalisadores automotivos expõem um gás com cheiro desagradável?

6. Explique como deve ser guardado um frasco de água oxigenada para que ela não sofra degradação.



Conversor catalítico de automóvel – o corte mostra seu interior com estrutura de malha de canais longitudinais.

Fonte: Conversor catalítico (2015).

ALTERAÇÕES EM EQUILÍBRIOS QUÍMICOS



Aparelho de laboratório utilizado por Fritz Haber para sintetizar a amônia em 1909. Fotografia tirada em julho de 2009 no Museu Judaico de Berlim. Fonte: Síntese de Haber-Bosch (2015).

Em muitas situações, deseja-se que um equilíbrio químico seja modificado para que, por exemplo, em uma indústria, um determinado produto seja obtido com maior rendimento. Na fabricação de amônia, NH_3 , por meio do processo denominado *Haber-Bosch* (1909), o equilíbrio é deslocado com o objetivo de maximizar a produção da substância desejada. As maneiras de se alterar o equilíbrio químico foram inicialmente observadas pelo químico francês Henri Le Châtelier, cujos estudos permitiram a proposição do **princípio de Le Châtelier**.



O químico francês Henri Le Châtelier (1850-1936).

Fonte: Henri Louis Le Châtelier (2015).

OBJETIVO DA PRÁTICA: promover e verificar alterações em alguns equilíbrios químicos.

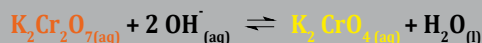
MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, soluções aquosas 0,1 mol/L de dicromato de potássio, sulfato de cobre penta-hidratado, ácido clorídrico diluído a 10% e hidróxido de sódio diluído a 10%, solução de iodo a 2%, tintura para cabelo que contenha acetato de chumbo, tiossulfato de sódio, lâ de aço, bico de Bunsen ou lamparina a álcool, pinça de madeira e bastão de vidro ou madeira.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. ALTERAÇÃO EM SISTEMA HOMOGÊNEO

- Em um tubo de ensaio coloque cerca de 2,0 mL de solução aquosa de dicromato de potássio.
- Em seguida, adicione algumas gotas de hidróxido de sódio.
- Observe as mudanças ocorridas.
- Adicione algumas gotas de ácido clorídrico.
- Observe as mudanças ocorridas.

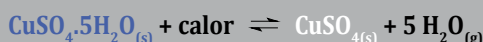
O dicromato de potássio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, mantém em solução aquosa um equilíbrio químico com o cromato de potássio, K_2CrO_4 , conforme a equação abaixo:



2. ALTERAÇÃO EM SISTEMA HETEROGÊNEO

- Em um tubo de ensaio, coloque 0,1 g de sulfato de cobre penta-hidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- Observe as mudanças ocorridas (cor do sólido e vapor de água condensado na boca do tubo de ensaio).
- Com a ajuda de uma pinça de madeira, aqueça cuidadosamente o fundo do tubo de ensaio, utilizando uma chama branda até que a cor mude totalmente.
- Deixe o material esfriar por alguns minutos.
- Adicione uma gota de água e observe a cor do sólido. Compare com a cor do sólido original no frasco do reagente.

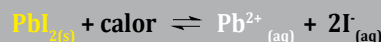
O sulfato de cobre penta-hidratado perde água com o aquecimento conforme o equilíbrio:

3. ALTERAÇÃO COM DISSOLUÇÃO DO PbI_2 .

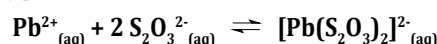
PREPARAÇÃO DOS REAGENTES
 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ – O sobrenadante de tinturas capilares apresenta acetato de chumbo* dissolvido. Diluir 1:1 em água.
 FeI_3 – Insira um pedaço de lâ de aço em iodo a 2%, agitando-a com um bastão até descolorir. A solução obtida contém este sal.
 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ – está presente em soluções anticloro para aquários.

- Em um tubo de ensaio, coloque cerca de 2,0 mL do sobrenadante de tinturas para cabelo.
- A seguir adicione algumas gotas da solução aquosa de iodeto férrico. Observe o precipitado formado. Escreva a equação química da reação ocorrida.
- Aqueça o tubo de ensaio em chama branda com o auxílio de uma pinça de madeira, mantendo o tubo sob leve agitação, evitando a projeção da solução. Observe o que ocorre com o precipitado.
- Deixe o tubo esfriar. Se necessário, use banho de água fria. Observe o resultado.
- Adicione algumas gotas de solução aquosa de tiossulfato de sódio, observando o resultado.

O iodeto de chumbo, PbI_2 , mantém o seguinte equilíbrio:



Obs.: o íon $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ combina-se com o íon tiossulfato, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$, formando o seguinte complexo solúvel.



* Metais pesados (como Pb) não devem ser descartados na pia. Eles devem ser recolhidos num frasco coletor. Esse material deve ser corretamente destinado para evitar contaminação do meio ambiente. Um procedimento simples para se destinar esse material consiste em confeccionar um bloco de cimento no qual se encontram retidos os metais pesados. Para tal, no preparo da massa de cimento, deve-se acrescentar o material coletado contendo os metais pesados.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Solução de dicromato de potássio: deve ser reservada para uso em experimentos posteriores. Guarde-a separadamente da solução original. Depois de usada várias vezes, a solução torna-se muito diluída e pode-se concentrá-la por evaporação da água e reutilizá-la. Sulfato de cobre: deve ser reservado para uso em experimentos posteriores. Solução contendo compostos de íons Pb^{2+} : o íon pode ser imobilizado por meio da confecção de um bloco de concreto.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



- Preparação de **insumos químicos** envolvendo reações de equilíbrio químico. Exemplos: síntese industrial da amônia (à esquerda), dos haletos de hidrogênio, anidrido sulfúrico.

- O **oxigênio** dissolve-se em água conforme a representação: $O_{2(g)} \rightleftharpoons O_{2(aq)} + \text{calor}$. Assim, o aumento de temperatura altera o equilíbrio no

sentido de conversão do oxigênio dissolvido para oxigênio gasoso, diminuindo a concentração do oxigênio dissolvido na água, utilizada na respiração dos peixes (acima).



Mortandade de peixes atinge lagoa no RJ
Baixa oxigenação, causada por **calor**, proliferação de algas e poluição, já provocaram morte de duas toneladas de animais.
Fonte: Clemente (2001a). Foto: Lima (2015).

- **Mudança de cor** no rótulo da garrafa em função da mudança de temperatura (garrafa a temperatura ambiente e gelada, figura ao lado).

- **Indicadores ácido-base** naturais funcionam com base na alteração do equilíbrio químico, seja pela adição de ácido ou base, modificando a estrutura molecular e, em decorrência, a cor do indicador.

- O **cloreto de cobalto** é usado como indicador da umidade do ambiente devido à mudança de cor quando o equilíbrio é alterado (o sal hidratado é **azul** e o anidrido é **rosa**): $CoCl_2 \cdot 6H_2O \rightleftharpoons CoCl_2 + 6 H_2O$.



LEITURA RECOMENDADA

O impacto da síntese da amônia

O processo de síntese da amônia, criado por Fritz Haber e transportado para a escala industrial por Carl Bosch (1874-1940), permitiu à Alemanha resistir ao cerco dos aliados, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Como uma substância química pode ter atuação assim tão relevante? Isso se liga à facilidade com que pode ser submetida a uma grande variedade de transformações.

A amônia é matéria-prima para muitas outras substâncias. A sua reação com oxigênio, por exemplo, catalisada por platina, leva ao ácido nítrico. A neutralização do ácido nítrico com a amônia origina o nitrato de amônio. Esse é um material estratégico, porque pode ser empregado como adubo, na agricultura, ou como explosivos, para fins militares. A Alemanha sitiada não podia trazer do exterior o salitre, fonte natural de nitrato para fertilizantes e munição. Mas qualquer que fosse o cerco imposto, os aliados jamais conseguiriam cortar os suprimentos de água e ar do país e, menos ainda, impedir que as pessoas usassem do seu conhecimento tecnocientífico. O ar fornece nitrogênio, e a água o hidrogênio (por eletrólise ou decomposição catalisada). Dispondo dos reagentes de partida do processo Haber, o resto é química! Fonte: Varin (1994).

Saiba mais...

O **equilíbrio químico** é estabelecido quando, em uma reação química, as reações direta e inversa atingem a mesma velocidade. Nesse caso, as concentrações das espécies químicas participantes do sistema em equilíbrio mantêm-se constantes. **Le Châtelier** verificou que o equilíbrio podia ser afetado por uma perturbação, como a variação da concentração de um participante ou a da temperatura ou a da pressão, quando o sistema envolve gases. Assim, o equilíbrio responde à perturbação sofrida. Nesse experimento, verificamos como um equilíbrio químico é afetado pela variação da concentração ou da temperatura das substâncias participantes.

QUESTÕES

1. Explique, em relação ao equilíbrio dicromato/cromato, qual o sentido da reação que é favorecido em meio ácido e em meio básico.

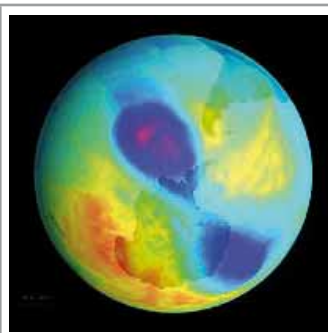
2. Classifique a reação de desidratação do sulfato de cobre penta-hidratado como endotérmica ou exotérmica.

3. Explique, em termos de alterações do equilíbrio

$2 O_3 \rightleftharpoons 3 O_2 \Delta H = - 68,0 \text{ Kcal/mol}$, por que a camada de ozônio é mais vulnerável em regiões polares.

4. Escreva a equação da reação química referente à obtenção do iodeto férrico a partir de iodo (I₂) e ferro metálico (Fe).

5. Descreva uma maneira de separar os sólidos de uma mistura contendo iodeto de sódio, iodeto de chumbo II e iodeto de prata, baseando-se apenas nas suas respectivas solubilidades em água, mostradas na tabela ao lado.



A **camada de ozônio** deve voltar ao normal ainda neste século. O aumento da temperatura na Antártida (em azul) ajudou a reduzir o buraco na camada de ozônio em 2002, disse a NASA.

A recuperação, segundo os cientistas japoneses, é resultado direto da contenção das emissões dos gases halógenos (que possuem em sua composição átomos de cloro, flúor, bromo ou iodo), dos quais fazem parte os CFCs (clorofluorocarbonetos), antes usados em sprays e refrigeradores. As reduções partiram de um protocolo internacional assinado em Montreal em 1987.

Fonte: Adaptado de Nogueira (2002).

SAL	SOLUBILIDADE EM ÁGUA FRIA	SOLUBILIDADE EM ÁGUA QUENTE
NaI	solúvel	solúvel
PbI ₂	insolúvel	solúvel
AgI	insolúvel	insolúvel

TABELA – solubilidade em água.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – pH

MATERIAL	pH
Ácido de bateria	< 1,0
Suco gástrico	1,0 - 3,0
Sumo de limão	2,2 - 2,4
Refrigerante tipo cola	2,5
Vinagre	2,4 - 3,4
Sumo de laranja ou maçã	3,5
Cervejas	4,0 - 5,0
Café	5,0
Chá	5,5
Chuva ácida	< 5,6
Saliva pacientes com câncer (câncer)	4,5 - 5,7
Leite	6,3 - 6,6
Água pura	7,0
Saliva humana	6,5 - 7,5
Sangue humano	7,35 - 7,45
Água do mar	8,0
Sabonete de mão	9,0 - 10,0
Amoníaco	11,5
“Água sanitária”	12,5
Hidróxido de sódio (soda cáustica)	13,5

TABELA - alguns valores comuns de pH
Fonte: pH (2015).

Existem situações em que é necessário expressar se um material é ácido ou básico, como exemplificado na foto ao lado. Uma maneira comum de expressar a acidez ou a basicidade é usar o conceito de **pH**. O químico sueco *S. Arrhenius* (1887) definiu que uma substância ácida é aquela que, em água, produz íons H^+ , ao passo que substância básica libera íons OH^- . A concentração desses íons em solução aquosa está relacionada a uma escala de valores de pH. Assim, a escala de pH mostra as concentrações desses dois íons que determinam o grau de acidez do material. Um indicador ácido-base é uma substância que permite mostrar o pH das soluções aquosas. A tabela acima mostra os valores do pH de alguns materiais comuns.



Rio contaminado na bacia carbonífera de Santa Catarina; o pH desses rios chega a 2 (o pH 1 é o da água de bateria, o 4,5 mata a maioria dos peixes e 6 é o mínimo recomendado para o consumo humano).
Fonte: Marques (2000).

OBJETIVO DA PRÁTICA: determinar, com o auxílio de um indicador universal, o pH de algumas soluções aquosas encontradas no cotidiano.

MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio pequenos, estante para os tubos, indicador universal de pH (suco de repolho roxo ou de amora com escala de cores), vinagre branco, refrigerante de limão, água mineral sem gás, água mineral com gás, água destilada, detergente incolor, solução de sal de frutas, água sanitária, suco de limão e lixívia de cinzas.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Enumere cada um dos tubos de ensaio. Coloque cada uma das soluções a serem analisadas nos correspondentes tubos (~20% da capacidade).
- Adicione 10 gotas do indicador universal de pH em cada tubo de ensaio.
- Compare a cor da solução de cada tubo com a cor da solução padrão estabelecida para o indicador universal em uso e anote o pH correspondente na tabela ao lado.

	MATERIAL	pH	$[H^+]$	$[OH^-]$	CARÁTER ÁCIDO-BASE
01	Vinagre branco				
02	Refrigerante de limão				
03	Água mineral sem gás				
04	Água mineral com gás				
05	Água destilada				
06	Solução de detergente				
07	Solução de sal de frutas				
08	Água sanitária				
09	Suco de limão				
10	Lixívia de cinzas				

- Calcule as concentrações de $H^+_{(aq)}$ e $OH^-_{(aq)}$ em mol/L a partir dos valores de pH estabelecidos para cada solução. Anote os valores nas colunas correspondentes da tabela e, a seguir anote o caráter ácido-base de cada solução.
- Verifique o que acontece com o valor do pH do suco de limão, por meio da escala de cores, quando for acrescentado a ele o conteúdo do tubo **07** (solução de sal de frutas).

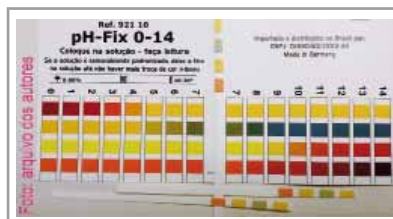
DESCARTE DE RESÍDUOS

Os conteúdos dos tubos 02 a 07 podem ser descartados diretamente na pia do laboratório.

Os conteúdos dos tubos 01, 08, 09 e 10 devem ser misturados, objetivando a neutralização antes de ser descartados diretamente na pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Em laboratórios de ensino e pesquisa para a verificação do **pH de soluções aquosas**.
- Na **correção do pH** da água das piscinas.
- No **controle de qualidade** na indústria de alimentos como nas fábricas de sucos de frutas, derivados de tomate e refrigerantes, dentre outras.
- Para a preparação da água a ser tratada por floculação, com o objetivo de remover as impurezas em suspensão. Esse procedimento necessita de um **controle do pH** para a precipitação de hidróxido de alumínio, responsável pela formação dos flóculos.
- Controle do valor da **concentração de reagentes** usados como matéria-prima na indústria (alvejantes, cosméticos, materiais de limpeza e higiene pessoal).



- Papel **indicador de pH** usado em laboratórios. A tira de papel em contato com a solução muda de cor e deve ser imediatamente comparada com o padrão.



- O pH pode acarretar profundas consequências no meio aquático. Trata-se de um parâmetro utilizado para avaliar tanto **efluentes industriais** como a água do aquário mostrado ao lado.

Fonte: Atkins e Jones (1997, p.542).

LEITURA RECOMENDADA

Queimados e a química do sangue

Quando os médicos atendem um paciente com queimaduras, um dos primeiros procedimentos para salvar sua vida é o uso de fluidos em administração intravenosa. Esse tratamento é necessário porque a ameaça mais imediata para a sobrevivência de uma pessoa queimada é a mudança do pH do sangue.

O pH do sangue humano é normalmente mantido dentro de uma faixa estreita (7,35-7,45) por vários sistemas tampão, em especial, o sistema íon bicarbonato. A proporção normal de HCO_3^- para H_2CO_3 no sangue é de 20/1. Quando a concentração de HCO_3^- aumenta em relação ao H_2CO_3 , o pH do sangue aumenta. Se esse aumento for suficiente para levar o pH do sangue a exceder a faixa normal, a condição é chamada de alcalose. Ao contrário, o decréscimo do pH do sangue a um valor abaixo da faixa normal, a condição é chamada acidose.

As concentrações de ácido carbônico e bicarbonato no sangue são controladas por diferentes mecanismos. A concentração de ácido carbônico é controlada pela respiração: quando nós exalamos, esgotamos o nosso sistema de CO_2 e, em consequência, o de H_2CO_3 . A respiração rápida e profunda aumenta a quantidade de CO_2 exalada e abaixa a concentração de ácido carbônico no sangue. O íon bicarbonato é controlado pela sua excreção na urina.

Quando uma pessoa está com queimaduras, o plasma do sangue vai do sistema circulatório para a área afetada, produzindo inchaço (edema) e reduz o volume do sangue. Se a área queimada for grande, essa perda do volume de sangue deve ser suficiente para reduzir o fluxo de oxigênio que supre todos os tecidos do corpo. A falta de oxigênio leva os tecidos a produzirem uma quantidade excessiva de ácido láctico, que entra na corrente sanguínea, reage com o bicarbonato para produzir H_2CO_3 e modifica a relação $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$ para um valor mais baixo. Para minimizar o conseqüente decréscimo do pH (acidose metabólica), o indivíduo respira fortemente, aumentando a excreção do CO_2 . Entretanto, se o volume de sangue cair a níveis abaixo dos quais o corpo pode compensar, a pressão sanguínea diminui, assim como diminui a excreção de CO_2 e a acidose torna-se mais severa. Indivíduos nesse estado morrem se não forem tratados prontamente.

O tratamento consiste na administração intravenosa de grandes volumes de solução salina contendo lactato. A adição do líquido aumenta o volume e o fluxo sanguíneos, melhorando o oxigênio disponível e restabelecendo a taxa $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$.

Fonte: adaptado de Atkins e Jones (1997, p.568-569).

Saiba mais...

A escala de pH foi proposta em 1909 pelo químico dinamarquês *Sørensen* para medir a concentração de H^+ das soluções aquosas. Usualmente variando de 0 a 14, a escala apresenta $\text{pH}=7$ para soluções neutras, correspondente à água pura a 25°C . Valores acima de 7 indicam basicidade, já os valores abaixo de 7 correspondem a soluções ácidas. As expressões que permitem relacionar o pH e o pOH com as concentrações hidrogeniônica e hidroxilônica são dadas, respectivamente, por: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ e $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$. Como a constante de ionização da água (K_w) vale $1,0 \times 10^{-14}$, temos que $1,0 \times 10^{-14} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$. Aplicando o *logaritmo* nos dois membros da equação e multiplicando-os por (-1) temos:

$$-\log (1,0 \times 10^{-14}) = -\log [\text{H}^+] - \log [\text{OH}^-]. \text{ Substituindo pelas expressões de definição de pH e pOH, pode-se chegar a: } \text{pH} + \text{pOH} = 14.$$

QUESTÕES

1. Represente, por meio de uma equação química, a ionização do ácido acético, CH_3COOH , contido no vinagre.
2. Sabendo-se que a constante de ionização do ácido acético é $1,8 \times 10^{-5}$, determine o número de moléculas não ionizadas contidas em 750 mL do vinagre utilizado no experimento. Para isso, use o valor do pH do vinagre determinado no experimento.
3. Indique o **pOH** das soluções utilizadas no experimento.
4. Quais as substâncias responsáveis pelo caráter ácido-básico das soluções utilizadas no experimento?
5. Leia o texto no quadro ao lado. Como é possível verificar o pH da água de uma piscina?
6. Numa garrafa de água mineral, há a informação $\text{pH} = 4$. Qual a concentração de íons H^+ e HO^- dessa água?
7. Considere um limpador à base de amônia de concentração de HO^- igual a $1,0 \times 10^{-12}$. Qual o pH dessa solução?



IMPORTÂNCIA DO pH

Quando o **pH da água** de uma piscina é inadequado, a ação dos produtos químicos, usado no seu tratamento, se torna ineficiente. Se a água apresenta valores de pH baixos, ou seja, está ácida, tende a provocar irritação dos olhos e das mucosas, corrosão e a deterioração do revestimento. Entretanto, quando os valores do pH da água sobem, tornando-a alcalina, ela tende a provocar irritação dos olhos e das mucosas, água turva e com tendência a criar algas, corrosão e a precipitação de sólidos.

INDICADOR UNIVERSAL

Um **indicador universal** mostra o grau do caráter ácido ou básico de uma solução aquosa conforme a quantidade de íons H^+ ou HO^- presentes. Vários vegetais coloridos podem ser utilizados como fornecedores de substâncias que atuam como indicadores. O extrato (suco) de repolho roxo é um exemplo de indicador universal que pode ser obtido a partir de um vegetal.

OBJETIVO DA PRÁTICA: obter um extrato de repolho roxo, que contém compostos coloridos que servirão de indicador universal. Elaborar uma escala de pH a partir do extrato obtido e estimar o pH de alguns materiais comuns, tendo como padrão uma escala de comparação, envolvendo diversas colorações.

MATERIAIS E REAGENTES: béquer, bastão de vidro, tubos de ensaios pequenos, estante, pisseta, papel de filtro, repolho roxo picado, álcool hidratado comercial (46° INPM) H_2O , solução de ácido clorídrico a 5% H_2O , vinagre branco, água mineral gasosa, água destilada, soluções de bicarbonato de sódio, hidróxido de cálcio H_2O e de hidróxido de sódio a 5% H_2O , materiais comuns (sugestões: água sanitária H_2O , água da torneira, água da chuva, refrigerante de limão, sucos de frutas cítricas, sabão em pó e lixívia de cinzas).



Do **repolho roxo**, como de outros vegetais coloridos, como a amora e a beterraba, podem ser extraídas substâncias que atuam, em soluções aquosas, como um indicador ácido-base. Essas substâncias coloridas são denominadas, genericamente, de antocianinas.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. OBTENÇÃO DO EXTRATO (SUÇO) DE REPOLHO ROXO

- Corte uma folha de repolho roxo em tiras.
- Coloque o repolho roxo picado no copo com um pouco de álcool hidratado comercial ($\frac{1}{4}$ de seu volume).
- Macere o repolho roxo no álcool com um bastão de vidro e complete o volume do copo com água destilada.
- Filtre o conteúdo do copo.
- O líquido obtido é o **extrato de repolho roxo**, que deve ser colocado em um frasco conta-gotas e conservado em geladeira.

Observação: opcionalmente, o repolho roxo pode ser colocado em água destilada quente e, após cerca de 5 minutos, filtrado. O líquido obtido, o extrato do repolho roxo, deve ser acondicionado em refrigerador.

2. OBTENÇÃO DA ESCALA DE pH

- Em seis tubos de ensaios numerados, coloque, até a metade dos tubos, as seguintes soluções de pH conhecido, conforme mostra a tabela ao lado.
- Em cada tubo, adicione 10-15 gotas do indicador universal* obtido no procedimento anterior.
- Rotule cada tubo de ensaio com o valor do pH indicado na tabela.
- A escala obtida será utilizada para estimar, na etapa seguinte, o pH de soluções por comparação das cores.

TUBO	MATERIAL	pH
I	Ácido clorídrico 5%	1
II	Vinagre branco	3
III	Água mineral com gás	4
IV	Água destilada	7
V	Bicarbonato de sódio (solução saturada)	10
VI	Hidróxido de cálcio (solução saturada)	12
VII	Hidróxido de sódio 5%	13

3. VERIFICAÇÃO DO pH DE ALGUNS MATERIAIS COMUNS

- Coloque as soluções sugeridas (seção materiais e reagentes) até a metade do volume dos tubos de ensaios.
- Adicione 10-15 gotas do indicador universal* preparado anteriormente.
- Compare a coloração obtida com a coloração da sua escala de pH, estimando o pH de cada uma das soluções analisadas.
- Elabore uma tabela com os resultados obtidos nessa prática.

* Se as colorações das soluções não se apresentarem devidamente intensas, acrescente uma quantidade maior de indicador nos tubos. É importante que o volume de indicador adicionado seja o mesmo em cada tubo de ensaio.

DESCARTE DE RESÍDUOS
Os conteúdos obtidos são usados, pela sua coloração, para averiguar o pH de soluções aquosas. Pode ser reservada em local fresco e arejado para o uso na experiência sobre pH. Quando do descarte, misture todos os conteúdos de modo a se chegar o mais próximo da neutralidade de pH e levar à pia do laboratório.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Em laboratórios, para a verificação do **pH de soluções aquosas**.
- Em exames clínicos, para a **determinação da acidez da urina**.
- Na **determinação da acidez de águas pluviais** (verificação das chuvas ácidas).
- Em medições de **pH do solo**, que necessita de correção da acidez antes do plantio.
- No controle do **pH** em estações de **tratamento de água** para consumo humano.
- No **controle da qualidade** em indústrias de alimentos, como na captação e processamento do leite, na fabricação de vinagre e no controle da acidez dos alimentos em geral.



LEITURA RECOMENDADA



O mesmo corante é responsável pela cor vermelha das papoulas e azul das centáureas. A diferença nas colorações é consequência da maior acidez da seiva da papoula.

Os indicadores naturais e o pH

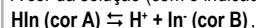
Há vários indicadores de ocorrência natural. Um único composto é responsável pela coloração vermelha da papoula e azul das centáureas, como pode ser visto na figura ao lado: o pH da seiva é diferente nas duas plantas. A cor das hortênsias também depende da acidez de sua seiva e pode ser controlada quando a acidez do solo é modificada. Hortênsias cultivadas em áreas vulcânicas, por exemplo, onde o solo é ácido, são azuis. Hortênsias cultivadas em solos calcários, são rosas.

Fonte: Atkins e Jones (1997, p.560).

Saiba mais...

A escaleta padrão de acidez e basicidade pode ser elaborada em virtude das diferentes colorações assumidas pelas soluções aquosas, dependendo da quantidade de íons H⁺ ou HO⁻ presentes quando se adiciona um indicador universal como o extrato de repolho roxo. Comparando-se uma determinada solução com a escaleta padrão de diferentes tonalidades (e diferentes pH), pode-se estimar o pH da solução.

A cor da solução (com o indicador) é devida à concentração dos íons H⁺ e HO⁻ em virtude do seguinte equilíbrio:



em que as espécies HIn e In⁻ apresentam colorações diferentes. Dessa maneira, esse equilíbrio pode ser deslocado com a variação da concentração de H⁺, sendo que prevalecerá a cor correspondente à espécie em maior abundância.

QUESTÕES

1. Qual seria a coloração dos materiais utilizados no experimento se, em vez do extrato de repolho roxo, fosse utilizada a fenolftaleína? E se fosse usado o alaranjado de metila? Obs: utilize a tabela ao lado para responder esta questão.
2. Liste alguns vegetais que contenham compostos coloridos que poderiam ser usados como indicador ácido-base.
3. Explique, com base no princípio de Le Châtelier, as diferentes cores de um indicador ácido-base.
4. Explique, com equações químicas, o caráter ácido ou básico de um refrigerante, da lixívia de cinzas (leia texto no quadro abaixo) e da água de cal.

INDICADOR	ZONA DE TRANSIÇÃO A 18°C
Alaranjado de metila	3,1 - 4,4
Azul de bromotimol	6,0 - 7,6
Fenolftaleína	8,0 - 10,0

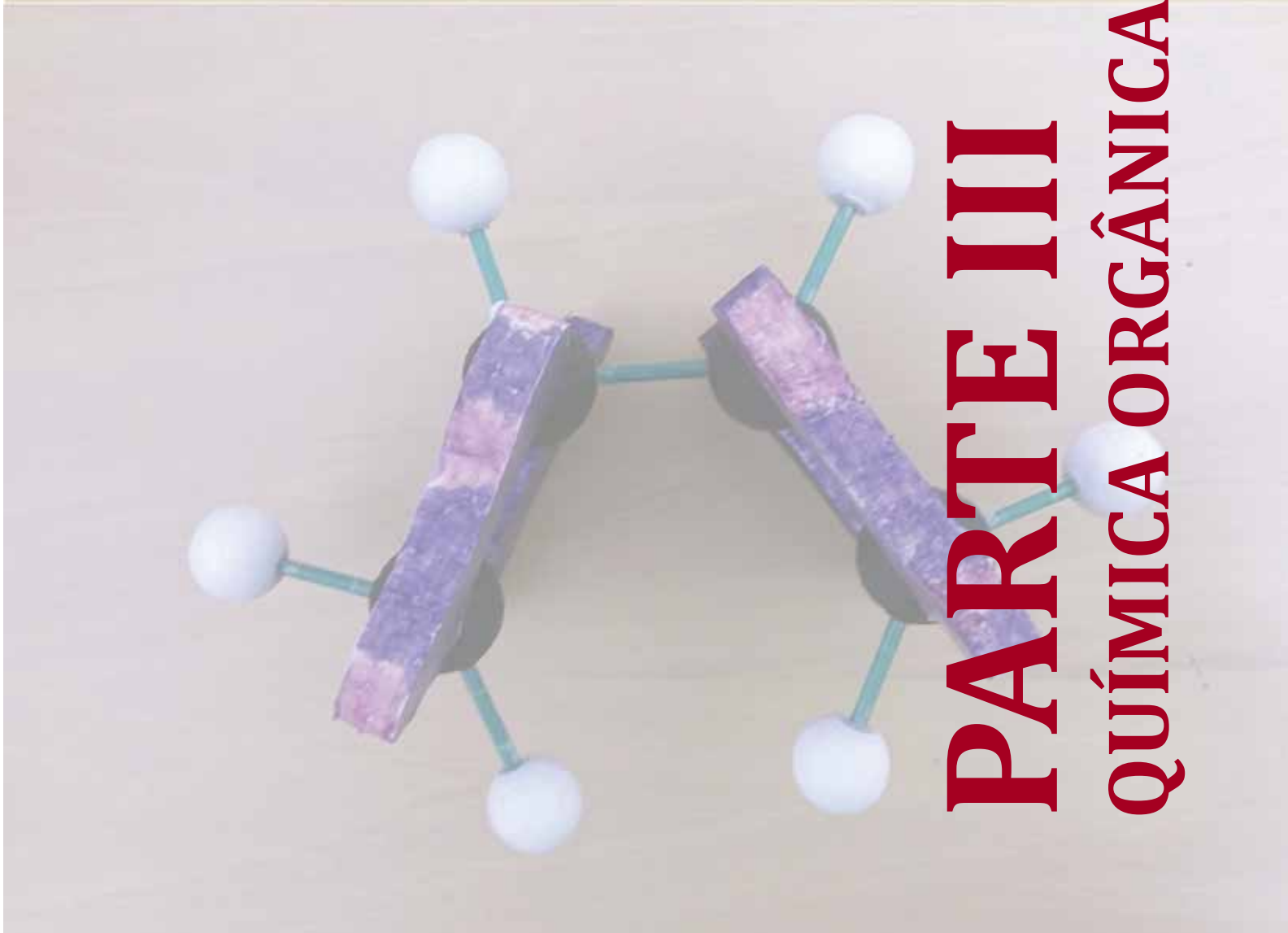
TABELA – pH de viragem de alguns indicadores.
Fonte: Universidade Federal do Pará (2015).



Dependendo do pH do solo, a hortênsia (*Hydrangea*) pode apresentar flores cor de rosa ou azul. Em solos ácidos (pH < 7) as flores são azuis; em solos básicos (pH > 7), são cor de rosa.
Fonte: Hydrangea (2015).

POTASSA – HIDRÓXIDO DE POTÁSSIO (KOH) – a palavra *potassa* é usada em geral para indicar o carbonato de potássio (K₂CO₃), que pode substituir a soda na fabricação de vidro. A potassa foi originalmente obtida pela lixívia de cinzas de madeira queimada, fervida em solução em grandes caldeirões abertos. A potassa a partir da lixívia é usada na preparação de sabão cru. O carbonato de potássio é preparado comercialmente a partir do minério silvita, um composto quase puro de cloro e potássio. Nome comercial dado ao carbonato de potássio e ao cloreto de potássio (KCl) utilizados como adubo.

Fonte: Potassa (2015).



PARTIE III

QUÍMICA ORGÂNICA

COMPOSTOS DE CARBONO

A **química orgânica*** é o ramo da química que estuda os **compostos de carbono**. Teve grande evolução a partir de uma experiência do químico alemão *F. Wöller*, que em 1828 sintetizou um composto orgânico, a uréia (substância isolada originalmente da urina), a partir do composto inorgânico cianato de amônio, NH_4CNO . Desde então, a química orgânica evoluiu progressivamente com a descoberta e síntese de novos compostos orgânicos. O vasto número desses compostos é utilizado em diversos segmentos como na medicina, indústria petroquímica, alimentos e fertilizantes, dentre outros.

* O termo "ORGÂNICA" foi introduzido por J. J. F. Berzelius, químico sueco, em 1807, em referência aos compostos químicos extraídos de animais e vegetais.

OBJETIVO DA PRÁTICA: observar a presença de carbono em alguns materiais orgânicos do dia a dia.

MATERIAIS E REAGENTES: placa de *Petri* (ou um pires de vidro), conta-gotas, ácido sulfúrico concentrado¹, espátula, guardanapo de papel, miolo de pão, algodão, farinha de trigo, açúcar, cortiça, papel alumínio, palito de picolé, lamparina a álcool e pinça de madeira.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. CARBONIZAÇÃO DE MATERIAIS ORGÂNICOS PELO ÁCIDO SULFÚRICO

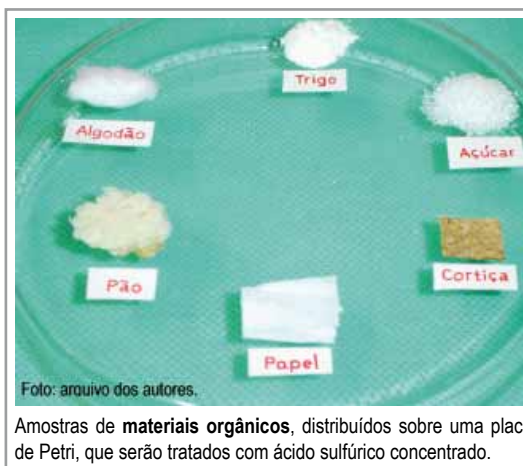
- Sobre a placa de *Petri*, coloque amostras de guardanapo de papel, miolo de pão, algodão, farinha de trigo, açúcar e cortiça. Vide foto ao lado.
- *Com muito cuidado*, por meio do conta-gotas, o **PROFESSOR** colocará duas gotas de ácido sulfúrico concentrado sobre cada um desses materiais.
- Aguarde por um ou dois minutos.
- Observe e anote os resultados obtidos.

2. CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA POR DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA (PIRÓLISE)

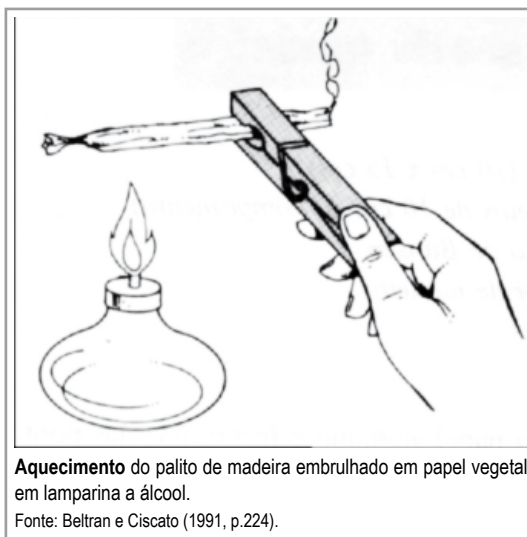
- Embrulhe um palito de picolé em um pedaço de papel alumínio, fechando uma das extremidades (figura ao lado).
- A outra extremidade deve ficar parcialmente fechada para permitir a saída de gases.
- Com uma pinça de madeira, segure o conjunto pela extremidade parcialmente fechada e leve-o à chama suave.
- Aqueça a região próxima à extremidade fechada.
- Durante o aquecimento, aproxime um palito de fósforo aceso da fumaça branca desprendida na extremidade. Que fenômeno é observado?
- Quando cessar esse fenômeno, retire o embrulho da chama.
- Deixe esfriar e abra o embrulho.
- Observe e descreva o material obtido.
- Com a ajuda de uma pinça metálica, leve uma porção do material obtido à chama da lamparina. Descreva as suas observações.



A emissão de **materiais particulados**, ricos em carbono, em razão de motores desregulados, é uma das principais causas da poluição atmosférica, podendo também causar doenças incluindo o câncer. Denuncie no telefone 0800113560 ou preencha o formulário do site da Cetesb (www.cetesb.sp.gov.br)
Foto: Rodrigues (2008).



Amostras de **materiais orgânicos**, distribuídos sobre uma placa de *Petri*, que serão tratados com ácido sulfúrico concentrado.



Aquecimento do palito de madeira embrulhado em papel vegetal, em lamparina a álcool.
Fonte: Beltran e Ciscato (1991, p.224).

DESCARTE DE RESÍDUOS

Coloque na placa um pouco de água com bicarbonato e separe os resíduos sólidos com a ajuda de uma pinça. Esses resíduos devem ser descartados diretamente na lixeira do laboratório. O líquido pode ser descartado diretamente na pia.

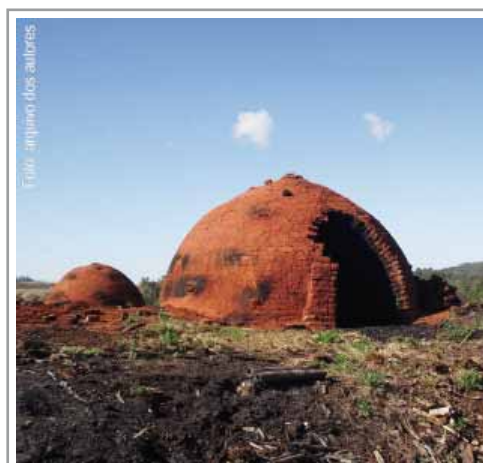
ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- **Açúcares, lipídios e proteínas** contidos nos alimentos são indispensáveis às formas de vida superiores.
- Vários materiais orgânicos são utilizados como combustíveis: o **gás de cozinha (GLP)**, a **gasolina**, o **álcool**, o **óleo diesel**, o **querosene**, o **gás natural** e outros.
- Na indústria de **plásticos, borrachas, tintas, colas, papéis, sabões, detergentes e tecidos**.
- Na produção de **medicamentos e vitaminas**.



Foto: arquivo dos autores

Drágeas, cápsulas e comprimidos são veículos empregados para fornecer ao organismo produtos medicamentosos como **remédios e vitaminas**. Esses princípios ativos podem ser extraídos a partir de seres vivos (animais e vegetais) ou sintetizados em laboratórios.



Carvoaria na região de Campos Altos (MG). O estado detém elevado consumo de carvão vegetal devido as suas usinas siderúrgicas.

LEITURA RECOMENDADA

“Justiça ecológica” condena no Amazonas

A *Vara Especializada em Meio Ambiente e Questões Agrárias*, criada pelo Tribunal de Justiça do Estado, já condenou autores de agressões ao meio ambiente, como queimadas e despejo de produtos tóxicos em rios. Algumas das penas aplicadas pelo titular da vara, o juiz Adalberto Carim Antônio, são bastante incomuns.

Uma proprietária de terras que fez queimadas irregulares foi condenada a alimentar com leite em pó, todos os sábados, por alguns meses, o peixe-boi que vive no aquário do Inpa (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia). Outro fazendeiro, condenado por cortar árvores em sua propriedade além do permitido por lei, teve de alugar alguns ônibus e levar crianças da periferia de Manaus para assistir a aulas de ecologia em um parque do estado.

Mas a vara não se preocupa apenas com pequenas agressões à natureza. A licitação para a exploração de nióbio no Parque Estadual do Pico da Neblina foi interrompida pela Justiça, por solicitação do Ministério Público, que não concordou com alguns itens da concorrência. O metal é muito raro e o Brasil possui uma das maiores reservas mundiais do produto.

O juiz Carim diz que a criação de uma vara apenas para o meio ambiente segue uma tendência do direito de especialização dos juizes. Já existem varas de família, entorpecentes, infância, dentre outras. “É natural que um estado como o Amazonas tenha sido o pioneiro na criação de uma vara para enfrentar os graves problemas do meio ambiente do Estado”, diz.

Carim, o primeiro juiz indicado para a vara, tem experiência no assunto. Ele é pós-graduado em direito ambiental e foi chefe do Departamento do Meio Ambiente da Ordem dos Advogados do Brasil, seção Amazonas.

O juiz também é pós-graduado pela Universidade do Tennessee (EUA) em Metodologia de Avaliação em Impacto Ambiental. Para ele, a especialização no assunto é fundamental. “Os grandes poluidores são muito poderosos e podem encomendar pareceres técnicos de acordo com seus objetivos. É preciso entender do assunto para não ser enganado”.

Fonte: Amaral (1998).

Saiba mais

O carbono é um elemento químico que apresenta grande capacidade de se combinar com diversos elementos da tabela periódica. Também se liga a outros átomos de carbono e hidrogênio, formando as denominadas **cadeias hidrocarbonadas**. Essa versatilidade faz com que o carbono constitua inúmeros compostos nos quais, além de estar combinado principalmente com o hidrogênio, pode também fazê-lo com o oxigênio, o nitrogênio, o enxofre, o fósforo e os halogênios, dentre outros elementos. Esses compostos orgânicos fazem parte da matéria dos seres vivos.

QUESTÕES

1. Dadas as fórmulas moleculares do metano (CH₄), do metanol (CH₃OH) e do etileno (C₂H₄), pede-se as fórmulas estruturais desses compostos, lembrando que o carbono é tetravalente.

2. Relacione os materiais orgânicos abaixo com seus usos e aplicações no dia a dia.

- | | |
|-----------------|--------------------|
| () polietileno | a. alimento |
| () gasolina | b. adubo sintético |
| () amido | c. sacos plásticos |
| () ureia | d. pneu |
| () açúcar | e. combustível |
| () carvão | f. papel |

- () celulose
() borracha

3. O que significa o escurecimento dos materiais usados nesta prática quando adicionado ácido sulfúrico? Trata-se de um fenômeno químico? Qual o elemento químico relacionado ao escurecimento dos materiais?

4. A lenha das árvores, quando queimada parcialmente com pouco ar, forma o carvão usado para assar carne em churrasqueiras, por exemplo. Qual o elemento químico predominante no carvão vegetal?



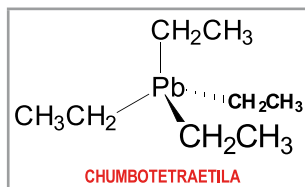
Cartaz em que se lê “sangue por petróleo”, durante visita do premiê inglês a Edimburgo (Escócia). A anunciada guerra dos norte-americanos contra o Iraque fez elevar o preço do petróleo e seus derivados, entre eles a nafta, insumo básico na produção de plásticos e embalagens.

Fonte: Mattos (2003a, 2003b).

5. Cite outros cinco produtos obtidos a partir de derivados do petróleo.

EXTRAÇÃO POR SOLVENTE

A gasolina utilizada nos automóveis é uma mistura de hidrocarbonetos obtida pela destilação fracionada do petróleo. Para que esse combustível tenha um melhor desempenho, é necessária a adição de substâncias que tornam o seu aproveitamento energético mais eficiente. Essas substâncias são denominadas de *aditivos*. Há algum tempo, o aditivo mais utilizado para esse fim era o **chumbotetraetila** (cuja estrutura é mostrada à esquerda).



Devido à presença do chumbo na sua estrutura – um metal pesado e tóxico –, outros aditivos têm sido

usados em substituição e, dentre eles, o etanol.

Além disso, deve-se ressaltar que as várias crises de abastecimento de petróleo contribuem para adição do etanol na gasolina, diminuindo, assim, a dependência do petróleo. A quantidade de etanol misturada à gasolina é regulamentada por lei federal e constantemente fiscalizada para se evitar fraudes que prejudiquem o consumidor. Essa fiscalização é realizada, utilizando-se de um procedimento denominado de **extração por solvente**.

A extração por solvente é útil também para a obtenção de vários materiais como princípios ativos de vegetais que são usados em medicamentos, perfumes e corantes.



Os postos de combustíveis devem ter um *kit* para determinar o teor de etanol presente na gasolina. A composição dessa mistura é regulamentada por lei, podendo variar de acordo com a disponibilidade desses combustíveis no mercado.

Foto: Vrum (2015).



Almíscar é o nome dado originalmente a um **perfume** obtido a partir de uma substância de forte odor, secretada por uma **glândula** do **cervo almiscarado** siberiano, de outros animais e também de algumas plantas de odor similar.

A variedade, que é comercializada, é a secreção de uma glândula do abdome do cervo-almiscarado. Para obter-se o perfume do cervo almiscarado siberiano, mata-se o animal e se extrai completamente a glândula, que é secada ao sol sobre uma pedra quente ou **por extração** submergindo-a em **azeite** quente. É comercializada sob duas formas: a glândula inteira ou o perfume extraído do seu receptáculo.

Fonte: adaptado de Almíscar (2015). Foto: Cervo-almiscarado-siberiano (2015).

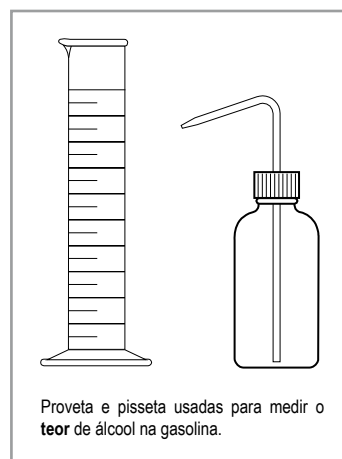
OBJETIVO DA PRÁTICA: extrair e determinar a porcentagem em volume de etanol em uma amostra de gasolina.

MATERIAIS E REAGENTES: proveta de 50 mL*, pisseta, gasolina¹, água destilada, funil, luvas de polietileno.

* Opcionalmente, utilize uma seringa de vidro de 10 mL. Nesse caso, use 5 mL de gasolina, completando com água.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque 25 mL de gasolina na proveta, com o auxílio de um funil.
- A seguir, complete o volume de 50 mL da proveta com água.
- Tampe a extremidade superior da proveta com a mão devidamente protegida com uma luva de polietileno.
- Vire a proveta, com movimentos suaves, invertendo sua posição e voltando à posição original, por duas ou três vezes, de modo que a gasolina tome contato com a água (evite movimentos intensos e bruscos que provocam a formação de emulsão, dificultando essa etapa).
- Separadas as fases, observe e meça o volume remanescente de gasolina na proveta.
- Determine a porcentagem em volume do etanol contido na amostra da gasolina utilizada.



DESCARTE DE RESÍDUOS

Separar as fases e descartar a fase aquosa diretamente na pia do laboratório. A gasolina pode ser guardada para o uso em outras experiências ou, alternativamente, adicionada, em pequenas quantidades, ao álcool de lamparina para a queima.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- No preparo de café e chás, em que a cafeína, essências, corantes naturais e outras substâncias são **extraídas** do vegetal com água quente, na qual são mais solúveis.
- **Obtenção de óleos vegetais** comestíveis (soja, milho e outros).
- A obtenção do **indicador natural** à base de repolho roxo pode ser feita por extração em álcool.
- **Extração de óleos essenciais** a partir de vegetais, como os de rosas e jasmims.
- Na obtenção de substâncias **biologicamente ativas** presentes em vegetais, utilizadas como medicamentos.



Foto: arquivo dos autores

Corantes (urucum e açafrão), contidos em temperos culinários, são extraídos pelos óleos e gorduras durante o cozimento e transferidos para os alimentos, conferindo-lhes um aspecto apetitoso.



Foto: arquivo dos autores

A absorção pelo organismo humano do **licopeno** presente no tomate, na goiaba e em outros frutos vermelhos aumenta se você adicionar um pouco de óleo ao alimento. O licopeno é uma substância antioxidante que ajuda na prevenção de alguns tipos de câncer pela eliminação de radicais livres presentes no organismo, formados por processos endógenos e exógenos.

LEITURA RECOMENDADA

A queima de combustíveis e a poluição do ar

O uso indiscriminado da energia é origem de inúmeros problemas ambientais. A queima de combustíveis leva à emissão de gases poluentes, subprodutos da combustão, que constituem a principal causa da poluição atmosférica. Nesse sentido, não importa qual o combustível queimado; sempre haverá uma emissão de poluentes, que só poderá ser controlada por um adequado projeto de melhoria das condições de combustão no motor ou equipamento.

Um grave problema decorrente da queima de combustíveis fósseis é o "efeito estufa". O petróleo e o carvão mineral se formaram no subsolo há milhões de anos, pela decomposição de animais e vegetais mortos, sendo, portanto, compostos por carbono. Esse material se manteve guardado por todos esses anos, havendo um equilíbrio entre o total de carbono produzido e o consumido pelos seres vivos. Com a queima do petróleo, produz-se CO₂ (gás carbônico), devolvendo-se à atmosfera e ao ciclo ecológico o carbono que estava armazenado. Logo, aumenta a quantidade de carbono disponível, provocando um desequilíbrio no ciclo desse elemento, que se concentra como CO₂ na atmosfera.

O grande problema é que o gás carbônico retém os raios do sol que são

refletidos pelo solo – tal qual uma estufa de telhado de vidro utilizada para cultivar plantas –, provocando um lento e gradativo aquecimento da superfície terrestre.

Teme-se que esse aquecimento da Terra, além de alterar todo o sistema climático – podendo até gerar desertos em áreas que hoje são férteis –, venha a derreter parte do gelo das calotas polares, provocando um aumento do nível das águas do mar e inundando muitas cidades litorâneas.

Na verdade, qualquer combustão de matéria orgânica tem como principal subproduto o CO₂, mas no caso dos combustíveis renováveis, como o álcool, o composto que é lançado na atmosfera é retirado da própria atmosfera pela cana-de-açúcar durante o seu crescimento, pois as plantas retiram o CO₂ do ar, como fonte de matéria, na reação da fotossíntese. Ainda que a combustão do álcool não seja responsável pelo efeito estufa, não se pode afirmar que um automóvel a álcool não polua, pois outros poluentes (como o CO), decorrentes da combustão incompleta, também são produzidos nesses motores.

Fonte: adaptado de Kupstas (1997, p.87-89).

Saiba mais...

Apesar de apresentar acentuada polaridade, o etanol é solúvel em gasolina, uma mistura de hidrocarbonetos, que são substâncias apolares. Esse fato pode ser explicado pela cadeia carbônica apolar presente nas moléculas do álcool, o que facilita a interação com as moléculas dos hidrocarbonetos que compõem a gasolina. Contudo, o etanol é também totalmente solúvel em água devido às interações do tipo pontes de hidrogênio^o que são estabelecidas entre as moléculas do álcool e da água. Essa propriedade pode ser explorada para extrair o álcool presente na gasolina.

A **extração por solvente** é empregada para determinar o teor de etanol na gasolina por extração pela água. Assim, a água constitui-se no **solvente extrator** que, em contato com a gasolina, **promoverá a retirada do etanol nela dissolvido, através da superfície de separação água/gasolina**, denominada de interface (lembre-se de que a água e a gasolina formam um sistema bifásico):

Álcool (dissolvido na fase orgânica) → Álcool (dissolvido na fase aquosa)

QUESTÕES

1. Escreva as fórmulas estruturais das moléculas de água, etanol e *n*-octano (um constituinte da gasolina).
2. Por que o etanol contido na gasolina se desloca para a fase aquosa, não permanecendo na gasolina (fase orgânica)?
3. Por que a fase aquosa fica por baixo da gasolina na proveta?
4. Cite duas condições necessárias para que um solvente seja considerado extrator adequado?
5. Por que o álcool é adicionado à gasolina?
6. Compare o álcool e a gasolina em relação aos efeitos ambientais provocados pelos seus usos como combustíveis. Qual dos dois combustíveis é o mais ofensivo ao meio ambiente?
7. Seriam a recuperação de bosques e o aumento da vegetação no planeta um modo de contribuir para a diminuição do efeito estufa?
8. Por que, no experimento, a água foi adicionada à gasolina e não na ordem inversa?



Foto: arquivo dos autores

A **flambagem** é uma técnica que consiste em acrescentar uma bebida alcoólica como rum, conhaque ou uísque sobre o alimento em cozimento, ateando, imediatamente, fogo. Com o calor da chama, os vapores de álcool e substâncias voláteis da comida são extraídas, tornando o alimento com sabor mais acentuado.

9. Qual a finalidade da flambagem de alimentos, usando bebidas alcoólicas?

EXTRAÇÃO POR ARRASTE DE VAPOR

Os **extratos** obtidos a partir de animais e vegetais são muito utilizados pelo homem há vários séculos na preparação de corantes, perfumes e alimentos. Dentre vários procedimentos extrativos correntemente utilizados, estão a extração por solvente, a maceração e a prensagem a frio (azeite de oliva). Outra técnica largamente empregada para a extração de óleos essenciais de elevados pontos de ebulição, e que sejam relativamente voláteis, é a **destilação por arraste de vapor**. O óleo essencial do capim-limão será obtido por meio dessa técnica. Outros óleos essenciais, obtidos do mesmo modo, tais como do eucalipto, do pinho e da canela, são usados na indústria de produtos de limpeza e alimentos.

OBJETIVO DA PRÁTICA: extrair o óleo essencial do capim-limão constituído, principalmente, da substância denominada citral (cerca de 78%).

MATERIAIS E REAGENTES: um erlenmeyer de 500 mL, um kitassato de 1 L, condensador de Liebig de 30 cm, frasco coletor (um erlenmeyer de 250 mL), funil de separação, longa, tubos condutores de vapor de vidro (8 ou 10 mm de diâmetro externo) e rolhas de borracha com um e dois furos para conexão, água, cerca de 100g de folhas de capim-limão picadas (ou quantidade suficiente para completar o frasco), dois bicos de Bunsen, um tubo reto de vidro de 50 cm (tubo de segurança), termômetro, suportes, garras, tripés, banho-maria e banho de gelo.

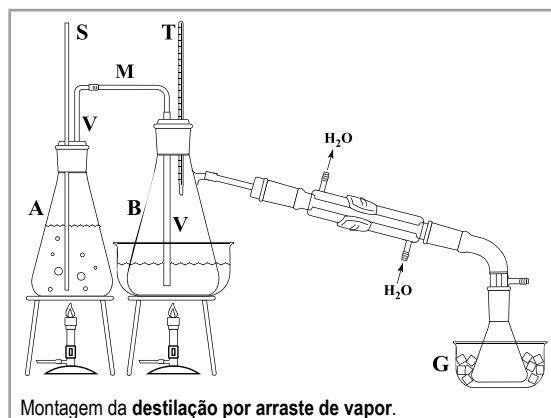
- Monte o sistema de destilação por arraste de vapor, conforme a figura ao lado*. O banho-maria no frasco **B** é para evitar a decomposição térmica do vegetal. Note que o condensador encontra-se preso por uma garra (uma outra montagem está descrita na seção **Montagem de equipamentos com materiais alternativos**).
- Coloque as folhas de capim-limão picadas no frasco **B**, mantendo uma vareta no meio de modo a reservar o espaço para o tubo condutor de vapor. Compacte o vegetal e retire a vareta cuidadosamente.
- Insira cuidadosamente a rolha com o tubo condutor de vapor no frasco **B** e o termômetro **T**.
- Coloque 300 mL de água pré-aquecida no frasco **A** gerador de vapor, tampando-o com uma rolha contendo o tubo de segurança **S** e o tubo condutor de vapor **V**.
- Conecte com o segmento de mangueira flexível **F** o tubo condutor de vapor, ligando os frascos **A** e **B**.
- Insira a rolha com o tubo condutor de vapor na entrada do condensador, ligando-o ao tubo condutor de vapor do frasco **B** por meio de um segmento de mangueira flexível.
- Acione a circulação de água no condensador e ligue os bicos de Bunsen.
- Controle a quantidade de calor cedida ao frasco gerador de vapor, observando o tubo de segurança. Nesse tubo, a água não deve ultrapassar a metade da sua extensão. Certifique-se de que a capacidade do condensador não seja ultrapassada.
- Observe a destilação, recolhendo a mistura água/extrato no frasco coletor mergulhado no banho de gelo **G**.
- Colete cerca de 200 mL do destilado e cesse o aquecimento. Transfira o conteúdo para um funil de decantação. Deixe as fases serem separadas e descarte a fase aquosa. O óleo essencial obtido tem um odor agradável e pode ser acrescentado a desinfetantes.

* É conveniente que os tubos condutores de vapor que unem os frascos **A** e **B** e do frasco **B** ao condensador não sejam inteiriços para evitar tensões que levam à quebra desses. Por isso, cada um deles deve ser confeccionado segmentado, utilizando seções de mangueiras flexíveis para interligar os segmentos condutores já acoplados às rolhas.



Seqüência do procedimento para obtenção do **óleo essencial** do capim limão. (a) touceira do capim. (b) capim colhido. (c) o vegetal é picado com tesoura. (d) detalhe do óleo essencial extraído devidamente armazenado.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL



Montagem da **destilação por arraste de vapor**.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



Desinfetantes e detergentes, bem como outros materiais de limpeza, contêm **essências aromatizantes**.

• **Essências** de vegetais, como pinho, eucalipto e limão, dentre outros, podem ser utilizadas na fabricação de detergentes, desinfetantes, xampus, perfumes e sabonetes.

• Como **aromatizantes** de balas, bolos e guloseimas em geral.

• Em **saunas a vapor**, nas quais a essência de eucalipto é vaporizada com a água.



Matéria-prima de vários perfumes famosos, dentre eles o *Chanel n.5*, o **óleo essencial do pau-rosa** (rico em linalol), árvore nativa da floresta amazônica, registra queda acentuada na sua produção. Ao lado, tronco de árvore de pau-rosa na floresta, próximo de Manaus.

Fonte: Cardoso (2002).

LEITURA RECOMENDADA

A comunicação química entre os insetos

Duas questões estão preocupando o setor agrícola nacional atualmente: produzir alimentos sem resíduos tóxicos e baixar os custos de produção. Porém, a utilização de agrotóxicos para combater as pragas de plantas cultivadas apresenta essas desvantagens. Diferentes métodos de controle de insetos em que não se dependam exclusivamente de agrotóxicos vêm sendo estudados por cientistas no mundo. A utilização de feromônios é uma alternativa de combate a essas pragas.

Feromônios são substâncias secretadas por um indivíduo (nesse caso, um inseto) que permite a comunicação com outro da mesma espécie. É uma linguagem intraespecífica. Assim, formigas lava-pé não irão entender a linguagem de formigas-limão e vice-versa. Os feromônios podem ser classificados de acordo com suas funções: a) feromônio de marcação de trilha: formigas deixam um rastro químico que somente será detectado e entendido por outras da mesma espécie; b) feromônio de alarme: avisa outros membros da colônia que um inimigo está se aproximando. O odor característico emitido pelos insetos conhecidos por "maria-fedida" ao serem tocados é um exemplo de feromônio de alarme; c) Feromônio de ataque: avisa os outros insetos que devem atacar um intruso; d) feromônio de agregação: empregado quando os insetos encontram uma fonte de comida ou um novo lugar para fazer sua moradia, atraindo os demais membros da espécie; e) feromônio sexual: atrai o parceiro para a cópula e assim preserva a espécie, através da procriação.

Há basicamente duas maneiras de extrair o feromônio de um inseto. A primeira é por meio de um processo chamado "aeração", no qual as substâncias voláteis que exaladas pelos insetos (incluindo os feromônios) são carregadas por um fluxo constante de ar e adsorvidas em polímeros especiais. Tais substâncias são posteriormente dissolvidas por solventes e analisadas. A segunda maneira é por meio da extração direta das glândulas responsáveis pela produção

de feromônios, geralmente localizadas na parte posterior do abdômen do inseto. Destas, os compostos orgânicos são extraídos com um solvente apropriado.

Nos dois casos, o extrato apresenta uma mistura muito grande de substâncias além daquelas que fazem parte do feromônio. Nesse ponto que começam as complicações que os químicos enfrentam para decifrar a linguagem dos insetos.

Aplicações de feromônios no Brasil

Um exemplo da aplicação de feromônios no Brasil é o caso do besouro *Migdolus fryanus*, a mais séria praga da cana-de-açúcar. As iscas, minúsculos pellets contendo um miligrama de feromônio sintético, foram colocadas nos canais de usinas paulistas e paranaenses no início de 1995. Instaladas em armadilhas de plástico enterradas no solo, as iscas atraíram os besouros para um recipiente do qual não conseguiram sair. A coleta de besouros atraídos pelas iscas contidas em quatro mil armadilhas chegou a seis milhões de machos.

O feromônio do bicudo-das-palmáceas deve começar a ser comercializado este ano, para uso nas plantações de dendê e de coco-da-bahia. Nos pomares de maçã dos estados do Sul, estão sendo feitos experimentos com iscas químicas para monitorar a infestação da lagarta-enroladeira. O uso do feromônio da traça de tomateiro também está em fase de testes avançados, assim como o da lagarta-do-cartucho, principal praga dos milharais no país.

O emprego de feromônios no controle de insetos é um exemplo de atividade que, para ser bem sucedida, exige a colaboração de diversos profissionais: biólogos, químicos, agrônomos etc. Essa metodologia vem sendo aos poucos implantada no Brasil.

Fonte: Ferreira e Zarbin (1998).

Saiba mais...

Muitas substâncias orgânicas, como as que constituem as essências do eucalipto e do limão, se decompõem facilmente pelo aquecimento excessivo. Em vista disso, esses óleos essenciais não são eficientemente obtidos por uma extração por solvente, método que, em geral, necessita de aquecimento do material que contém a essência. No entanto, na extração por arraste de vapor, **um fluxo de vapor de água** é adequadamente dirigido para arrastar os vapores desses óleos. A mistura de vapores ingressa no condensador, originando, após condensação, uma mistura bifásica líquida da qual se pode obter o óleo essencial pela separação das fases em um funil de separação.

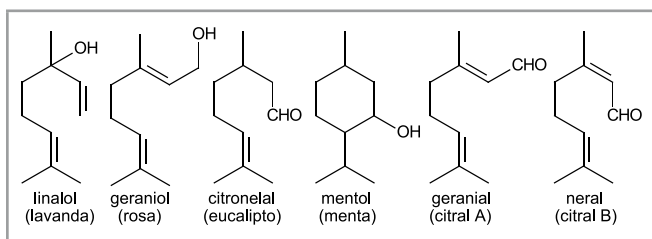
QUESTÕES

1. Quais os grupos funcionais encontrados nas estruturas das moléculas, presentes em óleos essenciais, representadas ao lado?

2. Compare as estruturas do citral A e do citral B ao lado. Qual deles tem estrutura *cis*? Qual sua fórmula molecular?

3. Cite outros extratos vegetais, a exemplo do capim-limão, que podem ser obtidos por arraste de vapor (por exemplo, óleos contidos em especiarias).

4. Transcreva do texto acima como a extração por arraste de vapor e a extração por solvente são utilizadas para a obtenção de feromônios.



SEPARAÇÃO DO ETANOL A PARTIR DO VINHO

BEBIDA	TEOR ALCOÓLICO MÉDIO (%)
Cerveja	06
Vinho	12
Cachaça	34
Conhaque	54
Whisky	43
Vodka	40 - 70

Bebidas alcoólicas encontradas no comércio apresentam quantidades de etanol que variam de acordo com a sua natureza. Nos rótulos das embalagens desses produtos, deve estar especificado o teor de álcool na bebida, com a indicação da porcentagem em volume. A tabela ao lado apresenta teores típicos de algumas bebidas comuns.

OBJETIVO DA PRÁTICA: separar o etanol de uma amostra de vinho tinto por meio de uma destilação fracionada.

MATERIAIS E REAGENTES: sistema de destilação fracionada, pedras de ebulição (cacos de porcelana), frasco coletor e vinho tinto.

FERMENTAÇÃO – a inoculação de um agente biológico (*saccharomice cerevisiae*, no caso do preparo da cerveja) num mosto (ou suco) de frutas ou outros vegetais leva à transformação dos açúcares (glicose) contidos. Os microorganismos inoculados utilizam-se desses açúcares como alimento, liberando como produto dessa assimilação etanol e gás carbônico.

Fonte: texto elaborado pelos autores.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Monte um sistema de destilação fracionada alternativa (mostrada na seção **Montagem de equipamentos com materiais alternativos**) ou convencional (mostrada na EXPERIÊNCIA 04). As fotos abaixo mostram um exemplo de equipamento alternativo com lamparina a álcool como fonte de aquecimento.
- Coloque 50 mL de vinho tinto e as pedras de ebulição no balão de destilação (use no máximo 60% da capacidade do balão).
- Ligue a circulação de água no condensador e acione o sistema de aquecimento.
- Acompanhe a elevação da temperatura até o início de destilação (78°C ao nível do mar), que deverá permanecer constante até terminar essa fração do destilado. Para isso, retire ou abrande o aquecimento sempre que for necessário.



Fotos: arquivo dos autores.
Equipamento alternativo para uma destilação fracionada. No destaque, o recolhimento do líquido destilado.



Foto: arquivo dos autores.

O uso de **bebidas alcoólicas** é tão antigo quanto à própria humanidade. Beber moderada e esporadicamente faz parte dos hábitos de diversas sociedades. Determinar o limite entre o beber socialmente e o alcoolismo (**síndrome de dependência do álcool**) é por vezes difícil de ser determinado. O problema se torna evidente quando o indivíduo passa a consumir bebidas alcoólicas diariamente. Já existe uma estimativa de que a pessoa corre sério risco de desenvolver cirrose hepática se beber 80 gramas de álcool por dia, durante aproximadamente 10 anos. A mulher, que é mais sensível, corre o mesmo risco com metade dessa dose.

Fonte: Dantas (2015).

DESCARTE DE RESÍDUOS

Os produtos remanescentes desta experiência podem ser descartados diretamente na pia do laboratório.

- Recolha o destilado num frasco apropriado, a uma velocidade de 1 a 2 gotas por segundo.
- Interrompa o aquecimento quando não houver mais gotejamento na temperatura de ebulição do etanol.
- Constata a presença do etanol, por meio de seu odor, no frasco coletor.



Fotos: arquivo dos autores.
À esquerda, o balão com as pedras de ebulição. Observe as suas dimensões. À direita, o balão com vinho é testado para eliminar vazamentos.

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

As interações entre moléculas são de grande importância para explicar certas propriedades e o comportamento das substâncias. Pontos de fusão, de ebulição, densidade e solubilidade em solventes variados são, dentre outras, as principais propriedades físicas de uma substância estabelecidas de acordo com as **interações entre suas moléculas**.

Nas mudanças de estado físico das substâncias, suas moléculas se distanciam (fusão e vaporização) ou se aproximam (solidificação e condensação). Essa agregação das moléculas está relacionada à intensidade das atrações entre as moléculas na substância. Por outro lado, a densidade de uma substância também é influenciada pela distância entre as moléculas. Em geral, moléculas com fracas atrações entre si ocupam maior volume.

Por fim, a solubilidade entre substâncias decorre da afinidade entre as moléculas do solvente e do soluto.

OBJETIVO DA PRÁTICA: explicar os fenômenos verificados nos experimentos com base nos conceitos de polaridade de moléculas e interações intermoleculares.

MATERIAIS E REAGENTES: três buretas de vidro de 25 mL, uma bureta de 50 mL, duas pipetas volumétricas de 25 mL, uma régua de plástico, três béqueres de 100 mL, água destilada, acetona purificada* e thinner** (ou outro solvente derivado de petróleo), etanol absoluto, garras e suportes.



a – frasco de isopropanol, massa molar 60 g/mol, PE 82,4°C. b – botijão de gás contendo butano, massa molar 58 g/mol, PE - 0,5°C.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. COMPORTAMENTO DE ALGUNS SOLVENTES FRENTE A UM CAMPO ELÉTRICO

- Coloque, em cada uma das buretas de 25 mL, separadamente, 10 mL de água, acetona e thinner, prendendo-as no suporte com as garras. Coloque um béquer embaixo de cada bureta para recolher os líquidos.
- Friccione a régua de plástico no cabelo, testando a eletrização em pequenos pedaços de papel. Se a régua não sofrer eletrização, utilize uma de outro plástico. A RÉGUA DEVE SOFRER ELETRIZAÇÃO POR ATRITO PARA O SUCESSO DO EXPERIMENTO!
- Abra lentamente a torneira da bureta contendo água de tal modo que o fluxo de líquido seja um fio contínuo e o mais fino possível.
- Aproxime a régua eletrizada do fluxo do líquido, tanto quanto possível, sem encostar-se a ele. Observe a trajetória do líquido.
- Repita a operação com a bureta contendo acetona e depois com aquela que contém o thinner, sempre atento à trajetória do fluxo do líquido.
- Observe e compare as trajetórias dos líquidos. Associe os resultados às interações intermoleculares de dipolo instantâneo, dipolo-dipolo e pontes de hidrogênio.

* Use a acetona purificada por destilação na experiência 04.

** Pode-se usar, em substituição ao thinner, a gasolina sem álcool, obtida nas experiências 01 e 34.

2. INTERAÇÃO ÁGUA - ÁLCOOL

- Coloque água destilada na bureta de 50 mL até a marca de 25 mL.
- Transfira, com a pipeta volumétrica, 25 mL de etanol absoluto para essa bureta.
- Em seguida, tampando a bureta, agite-a cuidadosamente e verifique o volume final atingido pela mistura na bureta.
- Explique, em termos de interações intermoleculares, o resultado obtido.

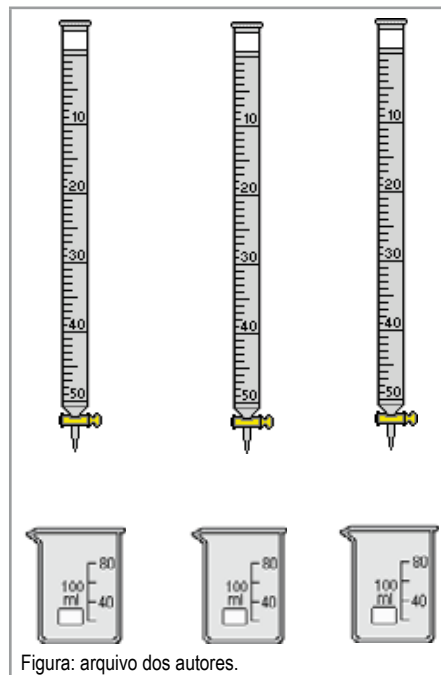


Figura: arquivo dos autores.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Reserve o thinner e acetona para uso posterior. A mistura água-álcool pode ser usada como material de limpeza.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- A **extração** por solvente, como na obtenção do óleo de soja, na indústria, extraído pelo ciclohexano.
- Remoção de **esmalte** de unhas com o uso da acetona ou acetato de etila.
- Remoção de **gorduras** da roupa pela lavagem com sabão.
- **Lavagem a seco** de roupas pela utilização de solventes organoclorados, nas lavanderias.
- A preparação de **café** e os diversos tipos de **chá**. Trata-se de uma extração das substâncias solúveis em água quente.

LEITURA RECOMENDADA

No laboratório – é realizada uma operação conhecida como *refluxo*. Um condensador é usado para condensar e obter componentes voláteis. A vaporização da mistura fervente é seguida por condensação desses vapores nas paredes interiores do condensador, que é mantida fria por meio de água circulando externamente. As gotas condensadas retornam à solução e não se perdem na atmosfera.

Na cozinha – essa técnica pode ser aplicada, colocando-se um pote cheio de água fria na boca da panela. Os componentes essenciais misturados ao vapor são condensados quando entram em contato com o pote com água fria.

Fonte: adaptado de Kefir... (2015).

Os efeitos ambientais de um derramamento de petróleo

Quando o petróleo é derramado de um navio-tanque, ele se alastra ao longo da superfície do oceano. Parte dele evapora. À medida que alguns componentes do petróleo evaporam, a camada se torna mais fina. As ondas transformam esse petróleo viscoso em uma fina emulsão de água e petróleo, chamada mousse. Eventualmente, o mousse na superfície é quebrado em pedaços pequenos, e depois se transforma em bolas de piche.

Os pássaros marinhos estão entre as primeiras vítimas dos derramamentos. Alguns pássaros são impregnados pelo petróleo andando em terra ou nadando em águas com petróleo. O petróleo retira o isolamento térmico natural das penas dos pássaros, assim eles morrem rapidamente de hipotermia.

Os mamíferos marinhos também são umas das primeiras vítimas dos derramamentos de petróleo. As lontras marinhas são mais vulneráveis, pois elas não têm uma camada de gordura para protegê-las e dependem da sua pele para isolá-las do frio. Sua pele retém o ar, que age como um cobertor. O petróleo não permite que a pele retenha o ar, prejudicando sua capacidade de isolamento térmico em cerca de

70%, assim as lontras morrem por hipotermia.

Algumas também são mortas por envenenamento quando ingerem petróleo ou quando inalam seus vapores.

O petróleo prejudica a cadeia alimentar dos oceanos, impondo um efeito dominó fatal. Ele mata os zooplânctons que estão próximos da base da cadeia alimentar. Com menos zooplânctons para comer, os alevinos morrem, assim menos peixes atingem a maturidade. Os predadores de peixes que vivem dos alevinos têm menos comida também, e suas populações declinam. Os mamíferos marinhos que se alimentam de peixes também diminuem em número.

Os peixes e crustáceos também são vítimas dos derramamentos de petróleo. Muitos são imediatamente envenenados e morrem. Outros vivem, mas sua carne pode tornar-se tóxica porque foi contaminada com hidrocarbonetos. Quando os animais comem esses peixes, eles podem se envenenar. O petróleo também pode depositar-se no fundo dos oceanos e matar as larvas de caranguejos, ovos e outras larvas.

Fonte: adaptado de Gralla (1997, p.114-115).

Saiba mais...

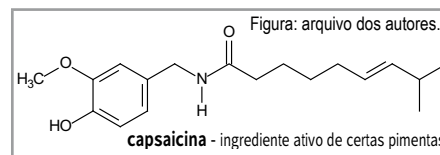
As interações existentes entre as moléculas (interações intermoleculares) e o peso molecular de uma substância determinam propriedades como o seu estado físico e sua solubilidade em solventes. Se essas interações são muito intensas, como as **pontes de hidrogênio**, é mais difícil desfazê-las, causando um aumento nos pontos de fusão e ebulição. No entanto, em moléculas que possuem interações do tipo **dipolo induzido** (as denominadas **forças de London**), essas são geralmente fracas. A facilidade em desfazê-las é uma das causas dos baixos pontos de fusão e ebulição para essas substâncias. Da mesma forma, moléculas polares que apresentam interações **dipolo-dipolo** possuem pontos de fusão intermediários, pois essas interações são de média intensidade.

QUESTÕES

1. Quais as forças intermoleculares observadas nos experimentos 1 e 2?
2. Por que a gasolina e o óleo de cozinha não se dissolvem em água? Explique em termos de interações intermoleculares.
3. Explique, por meio de interações entre moléculas, por que uma parte do petróleo derramado no mar é evaporada.
4. A remoção da água de uma mistura azeotrópica álcool/água pode ser efetuada pela adição de cal virgem, CaO (óxido de cálcio), devido à reação entre o óxido e a água. Mostre a equação química dessa reação que permite a obtenção de álcool anidro.
5. Pimentas curtidas em óleo são mais ardidas do que aquelas curtidas no vinagre. Explique a eficiência da extração nesses dois meios.
6. Para a molécula representada ao lado, presente em algumas pimentas, identifique e nomeie os grupos funcionais nela existentes.
7. Quais os grupos funcionais que apresentam polaridade e qual a sua influência na solubilidade em água e em óleo comestível?



Ardume da pimenta – a molécula de capsaicina (no quadro abaixo) é extraída facilmente pelo álcool, no qual é solúvel. Por isso, adicionando-se um pouco de pinga em conservas de vinagre ou azeite, o ardume fica mais intenso.



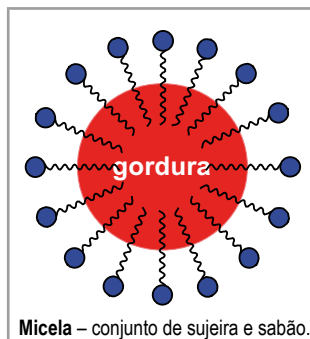
REAÇÃO DE SAPONIFICAÇÃO

Utilizado desde tempos remotos, a preparação do sabão deve ter sido descoberta ao acaso quando da preparação de carnes assadas. A gordura da carne aquecida que escorria sobre as cinzas provocou uma reação química, produzindo o material denominado *sabão*. No mercado consumidor, há, hoje, vários tipos de sabões, que são fabricados, comumente, a partir de óleos e gorduras, juntamente com cinzas, soda cáustica ou outros álcalis.

OBJETIVO DA PRÁTICA: preparar um sabão a partir de um óleo vegetal e soda cáustica, por meio da reação de *saponificação*.

Tanto nos sabões como nos detergentes, uma parte de sua estrutura consiste numa cadeia apolar longa que fica mergulhada na gotícula de gordura. O outro extremo fica recobrendo a superfície da gotícula, transformando-a numa superfície iônica que contém os íons carboxilato e sódio. Disso decorre a solubilização da gotícula da gordura na água.

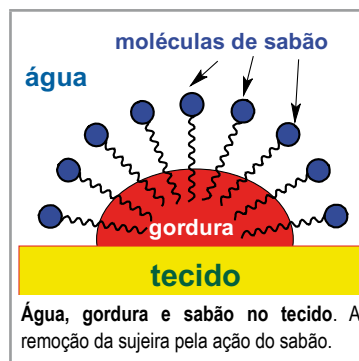
A estrutura a seguir representa um exemplo de moléculas que compõem o sabão, e as figuras abaixo mostram a ação dessas na remoção da gotícula de gordura.



A gotícula de gordura recoberta pelos íons carboxilato, denominada **micela**, se desprende do tecido ou de outra superfície à qual estava aderida quando é arrastada pela água. Quando a sujeira é de tipo inorgânico, a parte iônica do sabão ou detergente interage com a superfície da sujeira, formando também uma micela insolúvel na água, sendo por ela arrastada. À esquerda, é mostrada uma micela e, à direita, a micela no tecido pronta para ser arrastada pela ação da água.



Sabonetes são produzidos por meio de reações de **saponificação**, com a utilização de hidróxidos de sódio ou de potássio.



DESCARTE DE RESÍDUOS

O líquido do filtrado pode ser descartado diretamente na pia do laboratório. O sabão obtido deve ser reservado para o uso nas experiências 39 e 40.



Óleo, soda cáustica, álcool e sal de cozinha: **reagentes** utilizados na produção do sabão.

MATERIAIS E REAGENTES: béqueres de 250 e 500 mL, proveita de 50 mL, bastão de vidro ou madeira, bico de Bunsen, tripé, etanol, banho-maria, solução de hidróxido de sódio, solução saturada de cloreto de sódio e óleo de soja.

Pode-se substituir o béquer e o bico de Bunsen por uma tigela refratária e uma lamparina a álcool, sem banho-maria, respectivamente.



Utilize **água gelada** para lavar o sabão durante a filtração a vácuo.

Este sistema de filtração a vácuo está descrito na seção Equipamentos com materiais alternativos.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque 20,0 g de óleo (cerca de 23mL) no béquer de 500 mL.
- No béquer de 250mL dissolva 10,0 g de soda cáustica em 80 mL de solução etanol-água a 50%. Em seguida, adicione ao outro béquer.
- Aqueça em banho-maria sob agitação por 10 minutos (no caso de formação de muita espuma, adicione 1 ou 2mL de etanol).
- Remova o béquer do banho-maria e deixe esfriar por 5 minutos.
- Adicione 200mL de solução saturada de cloreto de sódio sob agitação contínua e intensa (esse procedimento é conhecido como *salting out*).
- Filtre a suspensão em papel de filtro, lavando-a duas vezes com água gelada e deixe secar.
- Filtre a suspensão em papel de filtro, lavando-a duas vezes com água gelada e deixe secar.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- A reação de **saponificação** é utilizada no preparo de sabões como o sabão de coco, o sabão de cinzas e os sabonetes. Esses sabões são classificados em *duros* (carboxilatos de sódio, constituintes dos sabões de lavar roupas) e *brandos* (carboxilatos de potássio, constituintes do sabão de cinzas e dos sabonetes).



Graxas especiais, empregadas em rolamentos de uso geral, como automóveis e máquinas industriais, contêm carboxilatos de lítio (sabão de lítio) como aditivos. Essas graxas resistem à ação da água e temperatura de até 190°C. A foto ao lado mostra uma engrenagem lubrificada com graxa de lítio, em cor vermelha.



Foto: arquivo dos autores.
Alguns produtos da saponificação: **sabonete**, **sabão comum** e **sabão de coco**.

- A utilização de **cinzas** para a fabricação de sabões é possível devido à presença de carbonato de potássio. Lavando as cinzas, obtém-se a lixívia, uma solução aquosa contendo hidróxido de potássio. Obtém-se, por meio da saponificação, um sabão correspondente a carboxilatos de potássio.

LEITURA RECOMENDADA

Como o sabão limpa

Sendo o sabão, em geral, um sal de metal alcalino (mais frequentemente sódio) de ácido carboxílico, ao se dissolver na água sofre um processo de ionização semelhante àquele de qualquer sal solúvel, fornecendo o cátion do metal e o ânion carboxilato. Sabemos que esse ânion é um *anfifílico*, isto é, uma espécie química que tem simultaneamente afinidades com a água e com os solventes orgânicos. Isso é reflexo da estrutura do ânion carboxilato, que mostra duas porções: um grupo dotado de carga ($-\text{COO}^-$) e uma cadeia hidrocarbônica. O grupo carregado é *hidrofílico* (se dissolve facilmente em meio aquoso) e *lipofóbico* (não se dissolve em solventes orgânicos). A porção hidrocarbônica é hidrofóbica (não se dissolve em água) e lipofílica (se dissolve em solventes orgânicos típicos, solventes de gorduras).

Em suma, duas porções antagônicas coexistem no ânion derivado do sal de ácido graxo: uma insolúvel em água (a cadeia hidrocarbônica) e outra solúvel em água (o grupo iônico carboxilato).

O processo de limpeza com sabões resulta dessa dualidade de propriedades. Quando lavamos uma panela engordurada ou uma roupa suja, o próprio ato de esfregar coloca gotas de gordura em contato com a água. Caso exista sabão em solução, a porção hidrocarbônica do anfifílico penetra no interior da gota de gordura, deixando na interface óleo-água o grupo carboxilato. Assim, as gotas se tornam revestidas por uma camada de cargas e passam a se repelir mutuamente.

Como as gotas permanecem em suspensão na água, são facilmente removidas após um segundo enxágue. Esse é o chamado processo de solubilização das gorduras por ação de anfifílicos.

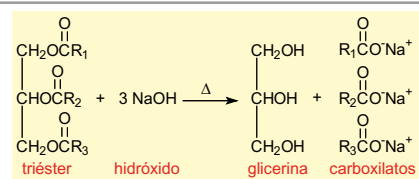
Sujeiras sólidas em geral aderem aos tecidos através de uma película de gordura. Nesse caso, o mecanismo de lavagem é o mesmo descrito aqui. Deve ser também observado que a espuma não tem nada que ver com o processo de solubilização das gorduras pela ação de anfifílicos. Por isso, a crença segundo a qual um sabão (ou detergente) que faça mais espuma seja mais eficiente é infundada.

A eficiência de um sabão fica comprometida quando a água possui concentrações elevadas de íons cálcio e magnésio. Águas desse tipo são chamadas de águas duras e ocorrem em regiões de solo calcário, comuns na Europa e na América do Norte, embora menos frequentes na América do Sul. Os ânions dos ácidos graxos podem se ligar aos íons de cálcio e de magnésio, formando compostos (sais) insolúveis. Isso impede a ação solubilizante sobre as gorduras, conforme já foi descrito. Nas águas duras nem mesmo se observa a formação de espumas. Esse problema foi contornado quimicamente com o advento dos detergentes, substâncias também anfifílicas, mas que, devido à sua constituição formam sais solúveis com cálcio e magnésio.

Fonte: Vanin (1994).

Saiba mais...

Quimicamente, os sabões são sais de ácidos carboxílicos de metais alcalinos, eventualmente alcalinos terrosos. A saponificação, representada ao lado, é uma reação química em que os ésteres de ácidos graxos (denominação dada aos ácidos carboxílicos de cadeias lineares longas) reagem com uma base, normalmente o hidróxido de sódio, formando carboxilatos de sódio e glicerina. Esse sal orgânico, miscível em água, é o sabão.



QUESTÕES

1. Por que o sabão consegue remover a gordura e a poeira das roupas quando estão sendo lavadas?
2. Sabões fabricados com hidróxido de cálcio apresentam durabilidade acentuada. Por quê?
3. Por que o sabão produzido deve ser lavado, durante a fil-tração, apenas com um pouco de água gelada?
4. Escreva a equação da reação química da obtenção de hidróxido de potássio a partir das cinzas. Lembre de que as cinzas contêm óxido de potássio, K_2O .
5. A glicerina está presente em alguns sabões e sabonetes com a finalidade de torná-los menos agressivos à pele. Com base na estrutura da glicerina, qual a principal interação intermolecular entre as suas moléculas e as moléculas presentes na superfície da pele que permite esse efeito suavizante?
6. Qual a função da operação denominada *salting out*?



- óleo usado
- cinzas
- água
- soda cáustica

O **sabão caseiro** é preparado com lixívia de cinzas (contém hidróxido de potássio - KOH) e banha ou óleo de fritura, o que permite o uso de materiais que, às vezes, são desprezados. A soda cáustica (hidróxido de sódio - NaOH - comercial) complementa a lixívia de cinzas.

7. Pesquise como o sabão foi descoberto.

SOLUBILIDADE DOS SABÕES E DETERGENTES

Os sabões e detergentes são largamente empregados em nossas casas como um produto cujo objetivo é remover a sujeira de louças, utensílios, pisos, dentre outros. Mas qual a diferença entre ambos? Já sabemos que os sabões são derivados de ácidos carboxílicos de cadeias longas que, conforme a experiência anterior, são obtidos pela hidrólise básica de óleos ou gorduras, tendo como produto um carboxilato, o sabão. Com relação aos detergentes, esses são produtos sintetizados pela reação entre um ácido sulfônico ($R-SO_3H$) e uma base, como o hidróxido de sódio, produzindo um sal correspondente, ou seja, um sulfonato de sódio também com longa cadeia carbônica. Mas, considerando o tipo de água empregada, a eficiência de sabões e detergentes é a mesma? É sobre isso que iremos tratar nesta prática, utilizando um detergente líquido de cozinha e um pedaço de sabão comum, usado para lavar roupas.



Tempo seco faz crescer espuma de Pirapora – a espuma com **detergente, sabão em pó** e amaciantes que não se diluem, não polui só as águas do Tietê. Os flocos espalhados pelo vento também queimam gramados, sujam as roupas penduradas nos varais e mancham carros nas ruas da cidade.

Fonte: adaptado de Central de Notícias (2011).

OBJETIVO DA PRÁTICA: mostrar a eficiência de sabões e detergentes em água comum e em água dura*.

* Denominação de água rica em íons cálcio ou magnésio dissolvidos.

MATERIAIS E REAGENTES: duas garrafas transparentes e incolores de refrigerante do tipo PET de 600 mL com tampas, água morna, um giz branco, uma colher média, sabão* e detergente de cozinha.

* Verifique, na embalagem do sabão, se ele contém agente sequestrante em sua composição, como o EDTA, por exemplo. Esse aditivo é inconveniente para este experimento.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Rale o sabão em raspas finas.
- Coloque uma colher de raspas de sabão em 200 mL de água em uma das garrafas ($\frac{1}{3}$ de seu volume).
- Coloque uma colher de detergente em 200 mL de água na outra garrafa ($\frac{1}{3}$ de seu volume).
- Tampe as garrafas e agite-as até a formação de espuma.
- Triture o giz, divida o pó em duas partes iguais e adicione-o nas duas garrafas.
- Tampe as garrafas e agite-as novamente. Observe e anote os resultados.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Sabões fabricados com **cálcio** ou **magnésio** apresentam maior durabilidade em razão da sua baixa solubilidade em água. Em compensação, produzem pouca espuma.
- No Norte de Minas Gerais e outras regiões do Brasil, assim como em certas regiões da Europa, a **água dura** torna os sabões menos eficientes. Nesses casos, é conveniente o uso de detergentes, pois os sulfonatos de cálcio ou magnésio são solúveis em água.



Utilize sabão em **raspas finas** para facilitar a dissolução. Se necessário, use também água morna para aumentar a solubilidade do sabão.



• Sabonetes são fabricados com a adição de agentes que reagem com os íons Ca^{2+} , aumentando a eficiência do produto, pois o carboxilato de cálcio não será formado. Esses agentes são denominados **sequestrantes**.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos líquidos desta experiência podem ser descartados diretamente na pia. Os sólidos devem ser filtrados e descartados na lixeira do laboratório.

- **Sabão em pó** é utilizado em máquinas de lavar roupas e de lavar louças.
- **Detergentes** são empregados na composição de gasolinas aditivadas com a finalidade de remover depósitos e incrustações de material de combustão incompleta no motor dos automóveis.
- Soluções concentradas de detergentes têm uso para lavar louças.
- Os detergentes também estão presentes na composição dos **sabonetes líquidos**, nos **xampus** e nas **espumas** de barbear.
- **Sequestrantes** são substâncias que reagem com o íons cálcio e magnésio presentes na água, capturando-os. Portanto, adicionados aos sabões, essas substâncias evitam a formação de carboxilatos insolúveis que prejudicam a boa limpeza.



Alguns produtos de higiene pessoal contêm **detergente** em suas composições.

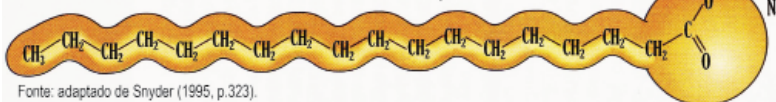
LEITURA SUGERIDA

Alguns tópicos sobre sabões e detergentes

- 1) O termo sabão duro é comumente empregado a sabões de sódio, destinados à limpeza comum. Gorduras animais são usadas na obtenção de “sabões em barra”, enquanto sabonetes (destinados à higiene pessoal) são obtidos com óleos vegetais. “Sabão mole” designa sabões de potássio de consistência mais mole, como cremes de barbear.
- 2) As moléculas de sabão são **anfipáticas**, isto é, possuem uma porção polar solúvel em água (aquofílica) e uma cadeia apolar apta a dissolver-se em gordura (lipofílica). Geralmente, sujeiras são ou contêm gordura e, desta forma, a porção lipofílica do sabão se dissolve nessas partículas de sujeira, formando agregados esféricos denominados **micelas**. A superfície da micela é formada pela porção polar da molécula e, por isso, solúvel em água.
- 3) O termo “água dura” designa água rica em sais de cálcio e magnésio, que reagem com o sabão substituindo o sódio presente. Os sabões de cálcio e magnésio, assim formados, são insolúveis em água e formam a “crosta” presente em ralos e banheiros.
- 4) Os detergentes são sais derivados de ácidos sulfônicos de cadeia longa e têm um poder de limpeza (ação tensoativa e emulsificante) maior que os sabões normais.
- 5) Os sabões e detergentes lançados em rios e lagos sem tratamento prévio diminuem drasticamente a tensão superficial da água, e eliminam microorganismos chamados fitoplânctons existentes na superfície. Como esses organismos são responsáveis pela oxigenação da água, organismos maiores como zooplânctons e peixes acabam por se “afogar”, causando desequilíbrio nesses ecossistemas. Desde 1965, detergentes biodegradáveis (aptos a serem destruídos por microorganismos naturais) vêm sendo empregados por serem menos ofensivos ao meio ambiente.

Fonte: Verani, Gonçalves e Nascimento (2000).

ESTRUTURA DE UMA MOLÉCULA DE CARBOXILATO DE SÓDIO, QUE COMPÕE OS SABÕES

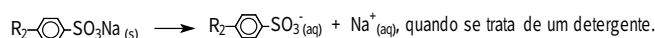
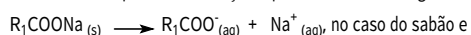


Fonte: adaptado de Snyder (1995, p.323).

Saiba mais...

Água dura é o nome dado àquela que contém quantidades apreciáveis de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} . Em certas regiões, de acordo com a composição do solo, das rochas e dos leitos dos rios, a água disponível pode apresentar altos índices de íons de metais alcalinos terrosos mencionados. Assim, a água utilizada na limpeza, contendo esses íons, pode interagir com os sabões e detergentes?

Considere um sabão representado por $\text{R}_1\text{-COONa}$ e um detergente por $\text{R}_2\text{-SO}_3\text{Na}$. Como se tratam de sais, quando em solução aquosa, ocorrem as seguintes dissociações iônicas:



Os íons carboxilatos e sulfonatos atuam como agentes que promovem a remoção da sujeira impregnada nos materiais. No entanto, quando a água é rica em Ca^{2+} ou Mg^{2+} , esses íons interferem conforme a natureza do agente de limpeza utilizado. Existem na natureza muitos minerais que contêm os íons cálcio e magnésio tais como: calcários calcíticos e dolomíticos e o gesso com o qual se fabrica o giz. Outros materiais como casca de ovos, ossos, dentes, pérolas, madrepérolas e conchas contêm o elemento cálcio na sua composição.



Sabões formam espuma em contato com água. Na água dura, rica em Ca^{2+} e Mg^{2+} , ocorre perda de eficiência devido à combinação desses cátions com os carboxilatos, formando **precipitados**.

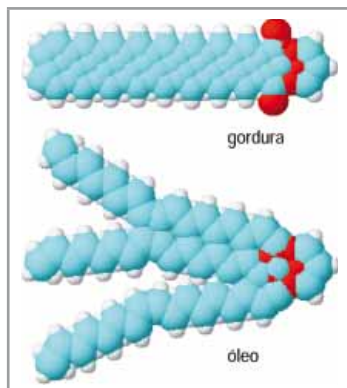
QUESTÕES

1. Escreva a equação da reação que ocorre quando o sabão é adicionado à água rica em Ca^{2+} . Como é chamada essa água? O que ocorre quando o professor lava com sabão suas mãos sujas de giz? Descreva, usando uma equação química correspondente.
2. Por que, no experimento realizado, o sabão e o detergente foram colocados em água morna?
3. Indique outros materiais do cotidiano que poderiam ser também utilizados nesta prática para fornecer íons Ca^{2+} para a água.
4. Por que os sabões de cálcio duram mais durante seu uso?
5. Explique como evitar o problema da formação de espuma nas águas do rio Tietê.
6. Explique a finalidade do agente sequestrante EDTA que pode estar contido em um sabão ou sabonete.

40

OBTENÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS A PARTIR DO SABÃO

São denominados ácidos graxos os ácidos carboxílicos de cadeias hidrocarbonadas em geral longas, que se encontram sob a forma de ésteres da glicerina, formando moléculas de óleos ou gorduras.



Os ácidos graxos de ocorrência natural, com poucas exceções, contêm número par de átomos de carbono e apresentam cadeia hidrocarbonada linear (não ramificada). Tais ésteres de ácidos carboxílicos são denominados genericamente de óleos (líquidos) e gorduras (sólidos).

As moléculas de gorduras, devido à ausência de insaturações, apresentam cadeias

mais retas do que as dos óleos. Desse modo, as moléculas de gorduras permitem uma acomodação mais compacta, o que as leva a se apresentarem como sólidas à temperatura ambiente.

Em geral, os óleos são produzidos pelos vegetais e as gorduras pelos animais.



OBJETIVO DA PRÁTICA: obtenção de ácidos graxos a partir do sabão comum.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Proceder em uma capela ou local aberto e bem ventilado

- Rale ou corte o sabão em escamas grossas.
- Dissolva 3g do sabão triturado em 75 mL de água quente em um copo.
- Adicione o ácido clorídrico até a formação de um precipitado espesso.
- Coloque o béquer em um banho de gelo.
- Filtre em papel de filtro o ácido graxo formado, lave-o com água gelada e deixe-o secar.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

**Leite neles!**

Na foto ao lado, o tenista alemão Tommy Haas parece incomodado com o suor. Se o problema é odor, há um truque: aplicar leite de magnésia nas axilas. Isso ajuda a reduzir o mau cheiro, diz o dermatologista Beni Grinblat. O odor é gerado por **ácidos orgânicos** liberados quando as bactérias se alimentam dos sais con-

tidos no suor. O leite de magnésia neutraliza esses ácidos.
Fonte: Leite... (2003).



Foto: arquivo dos autores.

CHOCOLATE É UM ALIMENTO SAUDÁVEL?

Sempre ouvimos falar que nossa dieta deve incluir muitas frutas e legumes, porque eles são boa fonte de antioxidantes. Os antioxidantes nos protegem contra doenças cardiovasculares, câncer, catarata, e, imagina-se, eles tomam mais lento o efeito da idade. Estudos recentes mostram que o chocolate apresenta elevados níveis de antioxidantes – misturas complexas de substâncias fenólicas. Tomando por base o peso, a concentração de antioxidantes no chocolate é mais alta que no vinho tinto ou no chá verde, e vinte vezes mais alta que nos tomates. O chocolate amargo contém mais que o dobro de quantidade de antioxidante que o chocolate ao leite. Infelizmente, o chocolate branco não contém antioxidante. Outra boa novidade é que o ácido esteárico, o principal **ácido graxo** do chocolate, parece não aumentar os níveis de colesterol sanguíneo da mesma maneira que outros ácidos graxos saturados o fazem.

Fonte: Bruice (2006, v.2, p.496).



Foto: arquivo dos autores.

MATERIAIS E REAGENTES: um copo, água quente, espátula, ralador, sabão em raspas, ácido clorídrico comercial diluído (1:1) e sistema para filtração a vácuo*.

- Na preparação de **lubrificante sintético** para automóveis e caminhões.
- Os óleos e gorduras são convertidos em componentes de alimentos, em sabões e em ácidos e álcoois de cadeias longas, que são usados como **matéria-prima** para a obtenção de outros produtos químicos.
- Ácidos carboxílicos são produzidos durante a sudorese, e são os principais responsáveis pelo odor. Esses ácidos podem ser **neutralizados** por bases fracas, como o hidróxido de magnésio ou solução diluída de bicarbonato de sódio.

DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos sólidos desta experiência deve ser descartados na lixeira do laboratório. O líquido obtido na filtração pode ser descartados na pia.

* Pode ser usado um sistema de filtração a vácuo descrito na seção EQUIPAMENTOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS.

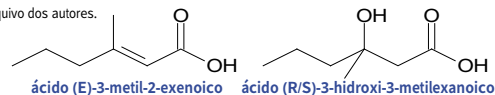
Odor corporal

De acordo com o *Índice Merck*, o **odor corporal** é a “condição de odor fétido devido à ação de bactérias e leveduras que decompõem as moléculas contidas no suor e nos restos celulares”. As glândulas sudoríparas, cuja secreção transporta gorduras e proteínas das células para o exterior do corpo, alimentam os microorganismos que se encontram na nossa pele, causando a sua fermentação. Os produtos dessa fermentação são os que dão origem ao **odor corporal**.

Fonte: Body odor (2015).

As principais substâncias orgânicas que causam esse mau odor são: 3-metil-3-sulfanilaxan-1-ol, **ácido (E)-3-metil-2-exenoico**, **ácido (R/S)-3-hidroxi-3-metilexanoico**, 5 α -androst-16-en-3-ona, 5 α -androst-16-en-3 α -ol. As estruturas das substâncias principais são descritas abaixo.

Figura: arquivo dos autores.



LEITURA RECOMENDADA

Lípidios

Os lípidios são constituintes importantes de todos os tecidos vegetais e animais. Os materiais conhecidos como **óleos e gorduras** constituem uma classe de lípidios. Sendo uma valiosa fonte de alimento, eles são armazenados e transportados nos organismos para serem usados nos processos metabólicos. As ceras são lípidios que têm a função particular de fornecer coberturas impermeáveis à água, como no caso de folhas de plantas ou exoesqueleto de alguns insetos. Os lípidios são ésteres de ácidos carboxílicos com cadeias alifáticas longas.

Os óleos e as gorduras, os lípidios mais abundantes, são os principais constituintes das células de armazenamento de gordura dos animais e plantas. Os óleos e gorduras, os carboidratos e as proteínas constituem os três principais tipos de alimentos, mas os óleos e as gorduras são os que fornecem mais calor por grama. Como precários condutores de calor, eles também fornecem isolamento térmico a alguns animais.

O termo gordura refere-se ao material que é sólido ou semissólido à temperatura ambiente, e óleo aos materiais que são líquidos nestas condições. Os óleos e gorduras são misturas complexas de ésteres do glicerol e de diversos ácidos carboxílicos, que são geralmente conhecidos como ácidos graxos.

A tendência de um lípido ser líquido cresce com a insaturação e com a maior concentração de ácidos de cadeias pequenas. As misturas de triacilgliceróis obtidas de animais são geralmente sólidas. Observe, na tabela apresentada abaixo, que a manteiga, a banha e o sebo, todos sólidos à temperatura ambiente, contêm quantidades relativamente elevadas de ácidos saturados e apenas pequenas quantidades de ácidos com mais de uma dupla ligação carbono-carbono. Em oposição, os óleos vegetais possuem, caracteristicamente, muitas cadeias pequenas ou muitas duplas ligações.

Tabela: composição em ácidos graxos de amostras típicas de óleos e gorduras*.

Óleo ou gordura	Ácido láurico C ₁₂ saturado	Ácido mirístico C ₁₄ saturado	Ácido palmítico C ₁₆ saturado	Ácido esteárico C ₁₈ saturado	Ácido palmítoleico C ₁₆ - 1 C=C	Ácido oleico C ₁₈ - 1 C=C	Ácido linoleico C ₁₈ - 2 C=C	Ácido linolênico C ₁₈ - 3 C=C
Manteiga**	4	12	29	11	4	25	2	
Banha		3	24	18	3	42	9	
Sebo		3	26	17	6	43	4	
Coco***	44	18	11	6		7	2	
Milho			13	4		29	54	
Linhaça		6	4			22	16	52
Oliva			14	2	2	64	16	
Soja			11	4		25	51	9

* Componentes presentes em pelo menos 2%.

** A manteiga tem também ácido butanoico (3%), ácido hexanoico (1%), ácido octanoico (1%), ácido decanoico (3%).

*** O óleo de coco contém ácido hexanoico (6%) e ácido octanoico (6%).

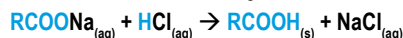
Fonte: adaptado de Richey Jr. (1986, p. 302-306).

Saiba mais...

Os ácidos carboxílicos obtidos nesta prática são uma mistura de ácidos graxos produzidos a partir de uma reação de dupla troca, envolvendo um sabão e ácido clorídrico comercial (ácido muriático).

Como foi verificado na experiência 36, um sabão é o resultado da reação de saponificação, envolvendo um éster de ácido graxo e uma base, com a produção de um sal do ácido graxo e glicerina. Nesta experiência, esse sal foi convertido ao ácido graxo correspondente.

A reação de dupla troca consiste na permuta entre íons de dois compostos. No caso desta prática, ocorreu a substituição do cátion Na⁺ do sal que constitui o sabão pelo H⁺ proveniente do ácido clorídrico, como mostrado a seguir.



O ácido graxo, assim produzido, pode ser posteriormente isolado do meio reacional e purificado.

QUESTÕES

1. Por que foi usado o banho de gelo no procedimento?
2. Por que usar água gelada ao lavar o sólido obtido?
3. Mostre a equação de obtenção do ácido graxo saturado com 18 carbonos em sua cadeia linear a partir do seu sal de sódio correspondente.
4. Qual o nome do ácido graxo referente à questão anterior? Em que material pode ser encontrado?
5. Com base na tabela que mostra a composição dos óleos e gorduras, responda qual desses materiais é mais rico em ácidos insaturados: os de origem animal ou vegetal?
6. Analisando os dados da tabela acima e estruturas moleculares da página anterior, explique por que o sebo é sólido e o óleo de soja é líquido à temperatura ambiente.
7. Leia o texto ao lado e responda: qual a função da grossa camada de gordura sob a pele das baleias?



A gordura das baleias, armazenada sob a pele e acima dos músculos, age como um cobertor para manter a sua temperatura interna. Nas estações mais frias, essa camada isolante é o que impede que elas congelem. As baleias também usam essa gordura para armazenar energia. Algumas espécies se alimentam pesadamente durante meio ano quando existe alimento farto e jejuam o resto do ano, vivendo apenas da camada de gordura acumulada.

Fonte: Harris (2015).

OXIDAÇÃO DOS ÁLCOOIS

Quando se adentra em um ambiente onde existem garrafas vazias de cerveja ou de outras bebidas alcoólicas, estocadas há algum tempo, pode-se



FERMENTAÇÃO ACÉTICA – a **oxidação do álcool** do vinho pela bactéria *Acetobacter acetii* leva à formação do **vinagre**. Esse processo (Lacambre) é originário da França, onde tonéis de carvalho recheados com aparas da mesma madeira eram empregados no seu preparo.

perceber um acentuado cheiro de azedo. Na realidade trata-se do ácido acético produzido por uma **reação química entre o álcool da bebida e o oxigênio do ar** (fermentação causada por microorganismos).

Também, nos veículos movidos a álcool, pode-se perceber um odor ácido característico, típico de **espécies oxidadas** a partir do etanol, desagradavelmente enjoativo e oriundo do cano de escape.

Em laboratórios e em alguns tipos de indústria, a oxidação de álcoois é uma reação importante na preparação de compostos orgânicos carbonilados (aldeídos e cetonas) e carboxilados a partir dos alcoóis correspondentes.



As rolhas das garrafas de bebidas devem permanecer umedecidas a fim de provocar uma boa vedação. Isso ocorre porque a rolha úmida incha, ocupando o máximo de volume no colo da garrafa, redundando num fechamento perfeito. Desse modo, o líquido do interior da garrafa não irá se deteriorar pelo **contato com o oxigênio do ar**. Por esse motivo, as garrafas de vinho são mantidas deitadas, favorecendo a conservação da bebida.

OBJETIVO DA PRÁTICA: realizar e estudar a reação de oxidação do álcool etílico, empregando agentes oxidantes típicos (permanganato de potássio – KMnO_4 – e o dicromato de potássio – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque em um tubo de ensaio cerca de 2,0 mL de etanol e duas gotas de solução ácido clorídrico.
- Adicione 5 gotas da solução de permanganato de potássio, usando o conta-gotas.
- Aquecer em *banho-maria* por alguns minutos, se necessário.
- Observe e anote os resultados.
- Repita o experimento, utilizando a solução de dicromato de potássio.



MATERIAIS E REAGENTES: tubos de ensaio, estante, conta-gotas, etanol absoluto¹, ácido clorídrico comercial diluído 1:1¹, soluções diluídas de dicromato de potássio¹ ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) e de permanganato de potássio¹ (KMnO_4).

DESCARTE DE RESÍDUOS

Os resíduos líquidos e sólidos desta experiência podem ser imobilizados em uma matriz de concreto. Obs.: soluções de permanganato de potássio degradam com o tempo e devem ser descartadas. Para tal, adote o mesmo tratamento anterior.



Bafômetro digital – ao assoprar no bafômetro, o etanol e o oxigênio entram em contato com um catalisador de platina em meio ácido, oxidando à etanal. A corrente de elétrons liberados nesta reação é medida pelo aparelho, indicando o teor do etanol no bafo do motorista.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Bafômetros descartáveis – dispositivos utilizados para detectar a presença de etanol no hálito dos motoristas em virtude de sua **reação de oxidação** com o dicromato de potássio.
- A acetona, solvente usado na limpeza das unhas, pode ser preparada em laboratório pela **oxidação de um álcool**, o propan-2-ol.
- O formaldeído, proveniente da fumaça do carvão e da lenha, preserva os alimentos defumados (foto acima). Esse aldeído é produto da **oxidação do metanol** formado na pirólise da madeira.

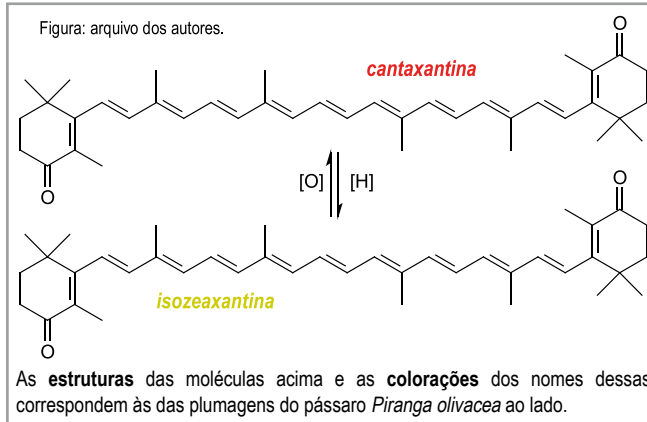


Costela suína defumada.

• Fora do outono, o macho do pássaro *Piranga olivacea*, abaixo, apresenta plumagem vermelha, causada pelo composto **cantaxantina**. Entretanto, tanto o macho quanto a fêmea têm, normalmente, a plumagem de cor amarelo-limão do composto **isoeaxantina**.
 Fonte: Streitwieser, Heathcock e Kosower (1999, p.621).
 Fotos: Sanhaçu-escarlate (2015).



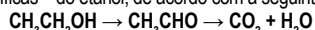
A mudança de cor da plumagem no *Piranga olivacea*.



LEITURA RECOMENDADA

Hálito culpado

De acordo com a legislação brasileira em vigor*, uma pessoa está incapacitada para dirigir com segurança se tiver uma concentração de álcool no sangue superior a 2 dg/L. O que significa isso? Um homem de porte médio tem um volume sanguíneo de aproximadamente cinco litros. Então, esse teor de 2 dg/L de sangue corresponde a cerca de 1,25 mL de álcool puro como limite máximo permitido. Isso corresponde a um copo pequeno de cerveja ou chope, considerando como tendo um teor alcoólico de 32g/L. No entanto, pode-se beber um pouco mais do que isso e ainda estar dentro do limite legal, tendo em vista que vários mecanismos no sangue encarregam-se de eliminar do organismo a substância tóxica. Entre os principais sistemas de que o organismo dispõe para purificar o sangue estão: (1) a eliminação, nos pulmões, pelo ar alveolar; (2) a eliminação pelo sistema urinário; e (3) a metabolização de etanol, principalmente no fígado. Os dois primeiros processos respondem por aproximadamente dez por cento do descarte do álcool do corpo humano. O último, por aproximadamente 90 por cento. A metabolização consiste na oxidação – relativamente lenta, por etapas sucessivas e catalisadas por enzimas específicas – do etanol, de acordo com a seguinte seqüência:



Devido a esses (e talvez outros) processos, estudos têm mostrado que uma pessoa de porte médio pode ingerir, num período de aproximadamente duas horas, 250 mL (aproximadamente 70% de uma lata comum) de cerveja para chegar a um teor de 1,67 dg/L (abaixo do limite legal brasileiro).

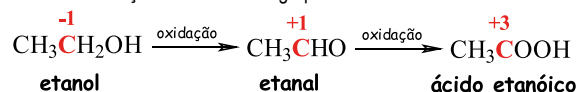
No que se refere ao tema deste artigo, o primeiro processo tem fundamental importância. Como o sangue circulante passa pelos pulmões, onde ocorre troca de gases, parte do álcool passa para os pulmões. Dessa forma, o ar exalado por uma pessoa que tenha ingerido bebida alcoólica terá uma concentração de álcool proporcional à sua concentração na corrente sanguínea (hálito ou 'bafo' de bêbado). Embora a existência de álcool no sangue possa ser detectada por uma análise direta do mesmo, é muito mais conveniente detectá-lo no ar expirado. Os instrumentos usados para essa finalidade são popularmente chamados de 'bafômetros', e seu funcionamento baseia-se em reações de oxidação e redução.

Fontes: adaptado de Braathen (1997) e Galvão (2008).

* N. do A.: atualmente a legislação brasileira determina limite zero de álcool no sangue.

Saiba mais...

Em condições favoráveis, os álcoois podem oxidar-se levando a produtos carbonilados como aldeídos ou cetonas e ácidos carboxílicos, em presença de agentes oxidantes como o permanganato de potássio, o dicromato de potássio ou mesmo o próprio oxigênio do ar atmosférico, dentre outros. Deve ser observado que o número de oxidação do carbono no grupo funcional aumenta conforme mostrado abaixo:



Reações químicas são usualmente evidenciadas por meio de mudanças observadas no meio reacional, como a variação da cor, despreendimento de gases, formação ou desaparecimento de sólidos (precipitados) e ainda liberação ou absorção de calor.

A oxidação do etanol por meio de reagentes pode ser realizada por meio de diferentes materiais oxidantes tais como: permanganato e dicromato de potássio, o ozônio e o peróxido de hidrogênio, dentre outros.

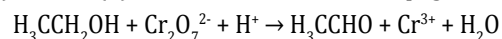
Além do uso de agentes químicos, o álcool pode ser oxidado pela ação de microorganismos, como no caso da preparação do vinagre, em que ocorre a oxidação do etanol para ácido etanóico, presente no vinagre em concentração de aproximadamente 6% em massa.

QUESTÕES

1. Por que a oxidação do propan-2-ol **não** produz um ácido carboxílico? Mostre a estrutura do álcool que, por oxidação, produz ácido propanoico.
2. O que evidencia a reação química que indica a presença de etanol no organismo de um motorista que é submetido ao teste com o bafômetro?
3. Faça a associação:

A. Hidroxila	() Ácidos carboxílicos
B. Carbonila	() Aldeídos e cetonas
C. Carboxila	() Álcoois

4. Explique o funcionamento de um bafômetro descartável e balanceie a equação da reação correspondente. Associe as espécies da equação com as cores amarela (A) e verde (B) dos bafômetros da foto da página 30.



5. Garrafas de vinho devem ser guardadas deitadas. Por quê?
6. O aldeído acético (etanal) é um poluente atmosférico que causa irritação nos olhos das pessoas. Explique como o etanal é formado a partir do etanol usado como combustível automotivo.

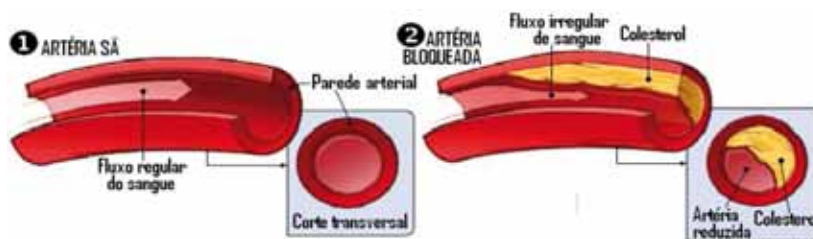
LEITURA RECOMENDADA

Poliinsaturados e saúde

É possível, por um processo chamado hidrogenação catalítica, adicionar-se hidrogênio às ligações duplas dos glicerídeos insaturados dos óleos, convertendo-os, deste modo, a gorduras semi-sólidas ou sólidas, dependendo da

extensão do processo. Muitas das gorduras de uso em culinária são obtidas da hidrogenação de óleo de soja, milho ou de caroço de algodão. As margarinas são fabricadas por hidrogenação dos óleos até que seja atingida a consistência da manteiga, misturando-se o produto com leite desnatado, fortificando-o com *vitamina A*, e, então, adicionando-se corantes e aromatizantes artificiais.

Algumas gorduras saturadas, como as de origem animal, contidas em alimentos parece ser causadora de arteriosclerose diversas, sendo as mais sérias delas a trombose das coronárias e os enfartes. Devido a possíveis problemas de saúde, os óleos como os de milho e de soja, que contêm al-



Esquemas de uma artéria **sã** (A) e outra **bloqueada** (B).
Fonte: adaptado de Caio Júnior e Caio (2011).

tas percentagens de ácido linoléico (“poliinsaturados”) estão sendo cada vez mais usados para fins culinários. As gorduras semissólidas e margarinas podem ser feitas a partir destas “gorduras poliinsaturadas” pelo uso de agen-

tes emulsificantes, em vez da hidrogenação completa, como era hábito no passado.

Em geral, a gordura animal (por exemplo, toucinho, gordura de bacon etc.) é altamente saturada, ao contrário dos óleos vegetais que contêm grau considerável de insaturação. Uma exceção notável é o óleo de coco, que é quase totalmente saturado. Tais óleos vegetais saturados são mais estáveis, por isso são usados na maioria dos substitutos “não lácteos” de creme. Além disso, tal estabilidade aponta para uma ótima opção como óleo para fritura de alimentos.

Fonte: adaptado de Allinger (1978, p.172).

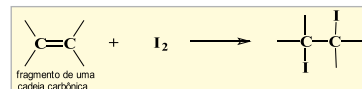
Saiba mais...

Os óleos e gorduras diferem entre si de acordo com seu estado físico: as gorduras apresentam aspecto sólido, já os óleos são líquidos, a 20°C. Os ésteres de ácidos graxos insaturados são encontrados predominantemente em plantas superiores e em animais que vivem em baixas temperaturas.

A adição de halogênios às duplas ligações

entre átomos de carbono permite detectar e quantificar as insaturações desse tipo presentes nas moléculas que compõem um óleo.

O iodo molecular, presente em tinturas de iodo, pode ser usado para essa finalidade, pois reage com compostos orgânicos insaturados conforme mostrado esquematicamente na equação química a seguir.



Nessas reações, a molécula de iodo adiciona-se às duplas ligações carbono-carbono formando derivados saturados diiodados, onde os átomos de iodo se encontram ligados a átomos de carbono contíguos.

QUESTÕES

1. De acordo com os resultados obtidos no experimento, compare o grau de insaturação dos óleos de *coco*, de *soja* e de *canola*.

2. Mostre a equação da reação química, envolvendo o cicloexeno e o iodo.

3. Sabendo-se que, a partir de 180°C, a dupla C=C isomeriza-se de *cis* para *trans*, escolha entre o óleo de soja e o de coco qual seria o mais adequado para o uso em frituras de alimentos.

Sobre o texto apresentado ao lado, responda:

4. Compare os teores de AGT contidos na margarina e na GVH (em barra). Qual desses dois tipos de gordura seria a menos nociva à saúde?

5. Como os AGT influenciam nos teores de colesterol ruim (LDL) e no bom (HDL) presentes no sangue?

6. Quais as consequências na saúde de uma pessoa que apresenta dieta rica em AGT?

7. Dentre os alimentos abaixo, qual possui maior quantidade de AGT?

- a) margarina macia b) manteiga
- c) margarina dura d) óleo de soja

Os ácidos graxos *trans* e sua saúde

Ácido graxo *cis*

Ácido graxo *trans*

Figura: arquivo dos autores.

Mais de 90% das ligações duplas dos ácidos graxos insaturados naturais têm a configuração *cis* e contribuem para a menor temperatura de fusão dos óleos vegetais em comparação com as gorduras saturadas. A hidrogenação catalítica dos óleos vegetais produz a margarina sólida. Todavia, esse processo não hidrogena todas as ligações duplas. O catalisador isomeriza algumas ligações *cis* à configuração *trans*, que se mantém assim no produto final sólido. A Gordura Vegetal Hidrogenada (GVH) – em barra, por exemplo, contém cerca de 35% de Ácidos Graxos Saturados (AGS) e 12% de Ácidos Graxos Trans (AGT). Em comparação, a manteiga natural contém mais de 50% de AGS e apenas 3-4% de AGT. As margarinas macias, cuja exposição à hidrogenação catalítica é menos intensa do que as margarinas duras, contêm cerca de 15% de AGS e 5% de AGT.

E as consequências dos AGT na dieta humana para a saúde? Suspeitava-se que os AGT não fossem metabolizados no organismo da mesma forma que o isômero *cis*. Nas décadas de 1960 e 1970, a suspeita foi confirmada por estudos que mostraram que os AGT dos alimentos afetam o metabolismo dos lipídeos. A descoberta mais alarmante foi a de que os AGT se acumulam nas membranas celulares, aumentam os níveis de **lipoproteínas de baixa densidade (LDL)**, popularmente chamada de “colesterol ruim”) na corrente sanguínea e reduzem as **lipoproteínas de alta densidade (HDL)**, conhecido como colesterol bom). Estudos realizados na década de 1990 mostraram que uma dieta rica em AGT aumenta os riscos de câncer de mama e doenças do coração. Sabe-se hoje que os efeitos causados pelos AGT na saúde são ainda maiores que os dos AGS. Embora os AGT sejam um componente pouco importante nas dietas alimentares, eles ocorrem em grandes quantidades nos alimentos comercializados, como frituras (fast foods), batatas fritas e em muitos alimentos industrializados empacotados (bolos, biscoitos e tortas), em que podem representar de um terço à metade do conteúdo de gordura. A American Heart Association aconselha limitar o consumo máximo de gorduras a 30% do total de calorias consumidas. Isso ainda é considerado razoável para a maioria dos indivíduos saudáveis, mas sempre é bom ter cuidado com o consumo excessivo de AGT.

Fonte: adaptado de Vollhardt e Schore (2004, p.728).

PURIFICAÇÃO DE SÓLIDOS

A utilização de recursos naturais é uma atividade praticada desde os tempos mais remotos. Muitos desses materiais devem ser isolados e purificados antes de serem usados, como o sal de cozinha e o açúcar. Na indústria de insumos agrícolas, de alimentos e fármacos, os materiais produzidos são tratados de forma a ter a qualidade necessária para a aplicação a que se destinam. Podem ser mencionadas a produção de nitratos de sódio ou potássio, usados na preparação de fertilizantes e conservantes de alimentos e a purificação dos princípios ativos empregados em fármacos, que são obtidos por meio de sínteses específicas ou extraídos de fontes naturais, principalmente vegetais. Dentre os principais métodos de purificação de sólidos, estão a *sublimação* e a *recristalização*, sendo que a escolha do procedimento adequado leva em consideração a natureza do sólido.

OBJETIVO DA PRÁTICA: efetuar a separação da cânfora por sublimação e a purificação do sulfato de cobre comercial por recristalização.

MATERIAIS E REAGENTES: béquer de 100 mL, placa de *Petri* (ou vidro-relógio ou semelhante), colher de sopa, gelo, água, mistura de areia e cânfora¹ (uma colher de cada), sulfato de cobre comercial¹, bico de Bunsen, tela de amianto¹, tripé, funil de plástico ou de vidro, copo descartável de plástico (de 200 mL) e papel de filtro.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. PURIFICAÇÃO DA CÂNFORA POR SUBLIMAÇÃO

- Coloque duas colheres de sopa da mistura de cânfora com areia no béquer.



Cristais da cânfora purificada.

- Tampe o béquer com a placa de *Petri* invertida (figura à direita). Coloque um copo com gelo sobre a placa de *Petri*.
- Leve o conjunto ao aquecimento brando com bico de Bunsen e observe atentamente o que acontece na superfície da placa de *Petri*.
- Cesse o aquecimento quando a cânfora estiver devidamente separada da mistura.
- Aguarde resfriar o sistema e retire o copo com gelo. Destampe cuidadosamente o béquer, removendo a placa de *Petri* e raspe o sólido aderido na sua superfície para um recipiente, tampando-o.

Obs.: evite respirar os vapores emanados durante o experimento.

2. PURIFICAÇÃO DO SULFATO DE COBRE COMERCIAL POR RECRISTALIZAÇÃO



Na figura acima, cristais de sulfato de cobre II pentahidratado purificado.

PARTE A: • Prepare uma solução saturada de sulfato de cobre comercial, dissolvendo o sólido em cerca de 30 mL de água sob ebulição.

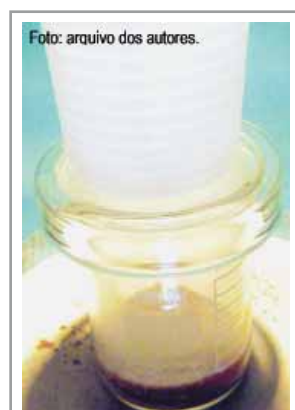
- Se houver impurezas em suspensão, filtre a mistura ainda quente. Cuidadosamente, divida a solução em duas partes.
- Uma das porções deverá ser resfriada lentamente sob temperatura ambiente.
- Resfrie a outra porção em banho de água à temperatura ambiente e, posteriormente, em banho de gelo para uma rápida queda da temperatura da solução.

- Separe os cristais formados em ambas as porções pela remoção do líquido sobrenadante e reserve-os para a próxima etapa (PARTE B). Compare o tamanho dos cristais formados no resfriamento lento e no rápido.

PARTE B: • Junte as soluções sobrenadantes removidas anteriormente (PARTE A) em um béquer. Insira um pequeno cristal formado no resfriamento lento da PARTE A. Tampe o béquer com uma placa de *Petri* e guarde-o em um local seco e arejado que permita a total evaporação do solvente. Ao final do semestre, observe o cristal formado e compare-o com aqueles obtidos na PARTE A.



Cristal – muitos cristais, como o da foto acima, de m-nitroanilina – $m\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2$ – se formam por evaporação lenta e progressiva de soluções concentradas. Na natureza, esse processo ocorre a partir da dissolução de minerais contidos em jazidas naturais.



Mistura de areia e cânfora a ser separada. O copo com gelo, colocado sobre a placa de *Petri*, tem uma função fundamental neste experimento.

DESCARTE DE RESÍDUOS
Reserve a cânfora em frasco bem vedados para o uso em experiências posteriores. Os cristais de sulfato de cobre devem ser reservados para o preparo de soluções usados em experiências posteriores.



Preparação da **solução saturada** de sulfato de cobre comercial a quente.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES



CRISTAIS ACUMULADOS
 Nos cristalizadores, a evaporação da salmoura saturada produz os cristais de sal. Cada cristalizador mantém uma lâmina de 30 a 40 cm de salmoura, que é trocada a cada trinta ou quarenta dias. Forma-se por mês uma camada de 2,5 a 3 cm de sal. Quando a camada chega a uma altura de 15 a 18 cm retira-se a salmoura e inicia-se a colheita.
 Fonte: Norsal (2015).

• Na **purificação de sólidos** por recristalização como o sal comum e o açúcar.

• A cânfora e o naftaleno (comercialmente, naftalina, foto ao lado) são **purificados por sublimação**.

• Alguns corantes como o alaranjado de metila, foto e estrutura ao lado, são **purificados por recristalização** após serem sintetizados,



antes de serem empregados para tingir tecidos ou como indicadores de pH.
 • O **gelo seco**, usado em laboratórios e indústrias para refrigeração intensa, é obtido por sublimação do gás carbônico (CO₂).

LEITURA RECOMENDADA

Estrutura cristalina

A **estrutura cristalina** de um sólido é a designação dada ao conjunto de propriedades que resultam da forma como estão espacialmente ordenados os átomos ou moléculas que o constituem. Note-se que apenas os sólidos **cristalinos** exibem esta característica, já que ela é o resultado macroscópico da existência subjacente de uma estrutura ordenada ao nível atômico, replicada no espaço ao longo de distâncias significativas face à dimensão atômica ou molecular, o que é exclusivo dos cristais.

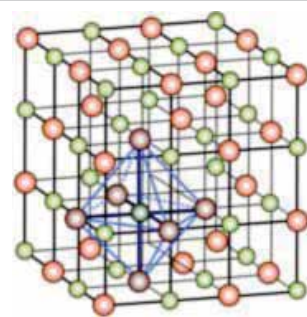
A existência da estrutura cristalina resulta dos **sólidos cristalinos** serem construídos a partir da repetição no espaço de uma estrutura elementar paralelepípedica denominada célula unitária (figura ao lado).

A forma e tamanho da célula unitária de cada cristal depende das dimensões, **valência** química e estado de ionização dos átomos ou moléculas que o compõem e das condições em que o cristal se formou. A mesma substância, sob condições de **pressão** e **temperatura** distintas, pode

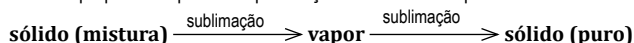
formar cristais com células unitárias totalmente diversas.

Um exemplo clássico é o **carbono**, o qual pode, dependendo das condições, cristalizar sob centenas de formas, indo desde o **diamante** à **grafite**, passando pelos **fulerenos** e pelas inúmeras variantes da **fibra de carbono**. Também as substâncias orgânicas, dos **açúcares** às **proteínas** e ao **DNA**, cristalizam em formas extremamente complexas em resultado do seu elevado peso molecular e complexidade estrutural.

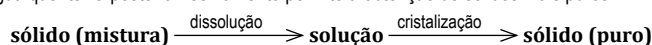
Fonte: Estrutura cristalina (2015).


Saiba mais...

Devido a sua natureza estrutural, alguns sólidos apresentam facilidade de sofrer **sublimação**, que é a passagem do estado sólido para o gasoso e também do gasoso para o sólido. Essa propriedade permite a purificação desses sólidos por meio dessas mudanças de estado.



Em se tratando de sólidos iônicos, que têm elevados pontos de fusão e ebulição, esse método torna-se inadequado, pois esses sólidos não sublimam. Então, para a sua purificação pode-se utilizar a técnica denominada de **recristalização**, na qual o sólido é dissolvido em um solvente apropriado, usualmente em água quente. O posterior resfriamento permite a obtenção de sólidos mais puros.



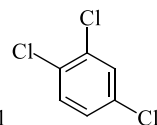
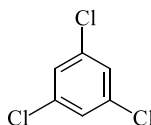
A realização de uma recristalização como método de purificação de sólidos deve levar em conta os seguintes aspectos:

- a) a escolha do solvente adequado – o sólido deve ter elevada solubilidade a quente e baixa solubilidade a frio no solvente escolhido.
- b) preparação da solução – dissolve-se o sólido sob aquecimento de modo a se obter uma solução fervente saturada.
- c) tempo de cristalização – uma cristalização lenta e gradual produz cristais grandes, puros e de formatos bem definidos.
- d) separação dos cristais purificados – por meio de uma filtração ou mesmo pela remoção do líquido sobrenadante e secagem do sólido.

QUESTÕES

1. Por que sólidos iônicos não são purificados por sublimação?
2. Explique como se pode averiguar se uma substância sólida é pura.
3. À luz dos esclarecimentos acerca da sublimação (texto ao lado), qual das substâncias representadas ao lado teria mais facilidade para sublimar?
4. Dada a lista de substâncias, classifique-as em sublimáveis e recristalizáveis: CO₂, NaCl, I₂, CaCO₃, naftaleno (C₁₀H₈), CaSO₄ e alaranjado de metila (vide fórmula acima).

5. Qual a função do copo com gelo colocado sobre a placa de Petri durante o experimento?


Um pouco mais sobre a sublimação...

Algumas substâncias passam para a fase de vapor, a partir do sólido, porque são muito voláteis à pressão atmosférica. Essa característica é típica das substâncias moleculares cujas estruturas apresentam elevado grau de simetria, minimizando as forças de atração entre as moléculas. Assim, esses compostos vaporizam-se antes mesmo de fundir. Esse fenômeno é denominado de **sublimação**. O fenômeno inverso (passagem de vapor para sólido) também é chamado de sublimação. Outros fatores de influência na sublimação são o peso molecular e a polaridade da substância.

REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

O crescente aumento do preço do barril de petróleo e a perspectiva de seu esgotamento lançam o mundo em uma corrida para a descoberta de novas alternativas para a substituição da gasolina e do óleo *diesel*. Nesse contexto, o Brasil já vem adotando medidas viabilizando a utilização de combustíveis renováveis, como os derivados da biomassa (material originado de seres vivos). O álcool tornou-se um importante combustível automotivo a partir da década de 1980, sendo hoje utilizado hidratado ou misturado à gasolina. Porém, os veículos movidos a óleo *diesel* não tinham ainda sido contemplados com um combustível renovável. Assim, devido ao custo do petróleo aliado à pressão da comunidade devido aos problemas ambientais gerados pela queima de óleo *diesel*, um novo combustível está sendo proposto para a utilização nesses veículos. Trata-se do *biodiesel*, derivado da quebra de moléculas constituintes dos óleos vegetais ou da gordura animal, portanto oriundos da biomassa. Essa conversão é denominada de **transesterificação**.

Fonte: Adaptado de [Transesterificação] (2015).



Óleos extraídos das sementes de alguns vegetais, como 1- pinhão manso, 2- mamona, 3- soja e 4- girassol, são empregados na preparação do **biodiesel**.

O GLICEROL COMO SUBPRODUTO – Um subproduto do processo de transesterificação é a produção de glicerol (glicerina). Para cada 1 tonelada de biodiesel que é fabricado, 100 kg de glicerol são produzidos. Originalmente, havia um mercado valioso para o glicerol, que ajudou a economia do processo como um todo. No entanto, com o aumento da produção global de biodiesel, o preço de mercado para o glicerol bruto (contendo 20% de água e de resíduos de catalisador), caiu. Pesquisas estão sendo conduzidas em nível global para usar esse glicerol como um componente químico. Uma iniciativa no Reino Unido é o The Glycerol Challenge ("o desafio do glicerol").

Normalmente, esse glicerol bruto tem sido purificado, tipicamente através de destilação a vácuo. Isso é bastante intensivo energeticamente. O glicerol refinado (acima de 98% de pureza) pode então ser utilizado diretamente, ou convertido em outros produtos. Os seguintes anúncios foram feitos em 2007: uma *joint venture* da Ashland Inc. e Cargill anunciou planos para fazer propilenoglicol na Europa a partir de glicerol e a Dow Chemical anunciou planos semelhantes para a América do Norte. A Dow também planeja construir uma fábrica na China para produzir epícloridrina de glicerol. Epícloridrina é uma matéria-prima para resinas epóxi.

Fonte: Glicerol (2015).

OBJETIVO DA PRÁTICA: preparar uma mistura de monoésteres etílicos a partir de triésteres de um óleo vegetal.

MATERIAIS E REAGENTES: óleo de soja ou mamona, solução a 3% de hidróxido de sódio¹ em etanol absoluto¹, glicerina, aquecimento em banho-maria, termômetro, béquer de 125 mL, dois frascos coletores, funil de separação de 125 mL, suporte, garras, mufas.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloque o béquer em banho de água e inicie o aquecimento.
- Coloque no béquer 20 mL de óleo de soja.
- Quando o banho de água estiver entre 45°C e 50°C junte, ao óleo pré-aquecido, 20 mL da solução de hidróxido de sódio em etanol. Controle o aquecimento nessa faixa de temperatura por 5 minutos, com agitação intensa.
- Concluído o tempo de reação, cesse o aquecimento e coloque 5 mL de glicerina e agite por 2 minutos. Esse procedimento acelera a separação das fases.
- Transfira o líquido obtido para um funil de separação e deixe em repouso por aproximadamente 5 minutos para que as fases se separem.
- Esgote a fase inferior, constituída principalmente por álcool e glicerina além do catalisador usado (NaOH).
- Remova a fase superior, constituída de monoésteres e diésteres transesterificados e algum material (álcoois e hidróxido de sódio) que não foi transferido para a fase alcoólica. Portanto, os ésteres não estão purificados.



Foto: arquivo dos autores.

Funil de separação – usado para remover a fase alcoólica (inferior). A fase superior consiste numa mistura de ésteres transesterificados e impurezas.

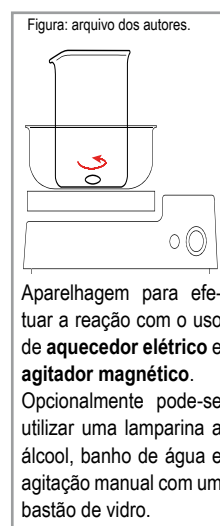


Figura: arquivo dos autores.

Aparelhagem para efetuar a reação com o uso de **aquecedor elétrico e agitador magnético**. Opcionalmente pode-se utilizar uma lamparina a álcool, banho de água e agitação manual com um bastão de vidro.

DESCARTE DE RESÍDUOS

A porção alcoólica pode ser neutralizada com vinagre e descartada diretamente na pia do laboratório. Os ésteres obtidos podem ser utilizados na preparação de sabão, na experiência 38.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Na **obtenção do biodiesel**, que pode ser utilizado misturado ao diesel comum ou mesmo diretamente em veículos movidos a óleo diesel, como ônibus, caminhões e máquinas agrícolas.
- Os monoésteres obtidos podem **alimentar motores** que convertem o óleo diesel em eletricidade. Essa atividade é ainda comum em localidades isoladas não atendidas pela rede elétrica convencional.
- Na obtenção da **glicerina** para uso industrial, como umectante de alimentos, umectante dermatológico e fabricação de explosivos.



Automóvel que usa **biodiesel** em estudo do laboratório de desenvolvimento de tecnologias limpas da USP.
Fonte: Biodiesel Brasil (2015).

LEITURA RECOMENDADA

Produção de biodiesel, a partir da cana-de-açúcar, é apontada como uma das soluções para controlar o aquecimento global.

Relatório divulgado em 04/05/2007 pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), órgão ligado à ONU mostra claramente que é possível deter o aquecimento global se o processo de redução das emissões for iniciado antes de 2015.

De acordo com o documento, para salvar o clima do nosso planeta, a humanidade terá de diminuir de 50% a 85% as emissões de CO₂ até a metade deste século.

Queimada – O relatório do terceiro grupo de trabalho do IPCC demonstra ser possível estancar o aquecimento do planeta. Para o Brasil, um dos maiores problemas na emissão de gases causadores das mudanças climáticas é o desmatamento. As queimadas oriundas da destruição das florestas significam 75% das emissões brasileiras.

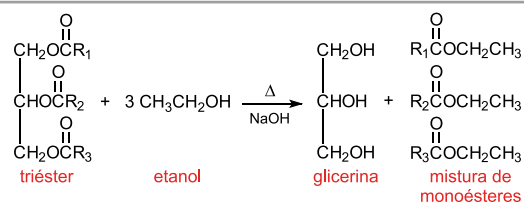
Energia – No que diz respeito às emissões da área de energia, o Brasil precisa continuar investindo em energias limpas e reverter a tendência de crescimento de termelétricas baseadas na queima de combustíveis fósseis. É necessário também diversificar a matriz com fontes renováveis não convencionais como biomassa, eólica e termossolar.

Biocombustíveis – O IPCC indica também o uso de veículos mais eficientes como uma maneira de reduzir as emissões no setor de transportes, principalmente se abastecidos com biocombustíveis como o álcool ou o biodiesel. “Porém, vale a pena ressaltar que a produção de biocombustíveis deve ser feita de maneira planejada, ordenada e sustentável, sem causar mais desmatamento e problemas sociais”, lembra Suassuna. Outra solução mostrada no relatório para reduzir a poluição nesse setor é trocar o uso de rodovias, sistema largamente utilizado no Brasil, por ferrovias. O transporte público também deve ser melhorado e incentivado. “Se essas medidas forem adotadas no Brasil, será possível fazer a nossa parte e aumentar a qualidade de vida e o conforto da nossa população”, resume Suassuna.

Fonte: adaptado de Ramos (2007).


Saiba mais...

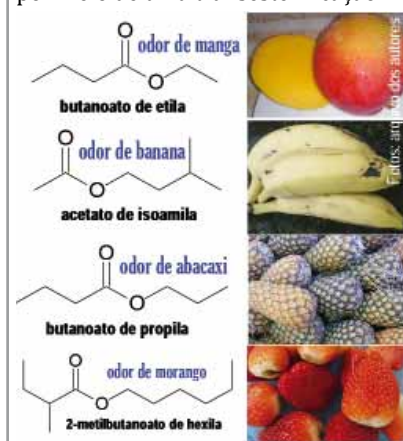
A reação de transesterificação consiste em transformar um éster de ácido carboxílico em outro por meio de uma reação única entre um éster de partida com um álcool. Em geral, obtém-se uma mistura em que o monoéster é o produto principal. Os outros produtos são diésteres da glicerina, além da própria glicerina. Ao lado, é mostrada a equação da transesterificação de triésteres em monoésteres etílicos.



QUESTÕES

1. Indique o nome IUPAC do álcool conhecido como glicerina.
2. Faça uma lista de vegetais oleaginosos que podem servir de matéria-prima para a produção de monoésteres por intermédio da reação de transesterificação.
3. A purificação dos ésteres obtidos pode ser feita pela extração do etanol e da glicerina presentes no material. Explique por que a água pode ser usada para essa finalidade, levando-se em conta as interações intermoleculares, envolvendo a água e os alcoóis citados.
4. Cite algumas vantagens ambientais e econômicas da utilização de monoésteres derivados de óleos e gorduras como substitutos parcial ou total do óleo *diesel*.
5. Escreva a equação química de:
 - a) transesterificação do acetato de *n*-butila, utilizando o metanol.
 - b) esterificação entre o ácido acético e o metanol.

6. Qual o éster metílico e o álcool necessários para obter os ésteres abaixo por meio de uma transesterificação?



REAÇÕES DO ACETILENO

Devido à sua elevada reatividade, os **alcinos** foram pouco conhecidos até a década de 1950. Essa reatividade se deve, principalmente, à instabilidade da tripla $\text{—C}\equiv\text{C—}$, o que dificultou a síntese deste tipo de substâncias ou o seu isolamento de fontes naturais.

A partir dessa época e com a disponibilidade de técnicas mais refinadas e recentes, foi possível preparar um número cada vez maior de alcinos e hoje, são conhecidos muitos compostos orgânicos que contém, além de outros grupos funcionais, uma ou mais ligações triplas $\text{—C}\equiv\text{C—}$ presentes em sua estrutura.

Muitos dos princípios ativos de medicamentos atuais, como a **NEOCARZINOSTATINA**, ao lado, contém em sua estrutura uma ou mais ligações tripla $\text{—C}\equiv\text{C—}$. Alguns destes medicamentos se encontram entre os mais vendidos na atualidade.



Metais, inclusive o aço, podem ser facilmente unidos por meio da solda oxiacetilênica, também conhecida como solda autogênica.

Foto: Acetileno (2015).

O ACETILENO, UM GÁS MUITO ESPECIAL E INSTÁVEL – O etino, pela nomenclatura IUPAC, foi descoberto por E. Davy em 1836 e sintetizado, posteriormente, por M. Berthelot a partir de carbeto metálicos. É a menor das moléculas de alcino e se apresenta como um gás incolor, inodoro, se puro, que explode quando comprimido. Para o seu transporte, em cilindros de aço, precisa ser dissolvido em acetona permeada em pedra pomes, de modo a não sofrer o estresse que poderia levá-lo a explodir. Quando queimado, libera grande quantidade de energia ($308 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$), o suficiente para atingir temperaturas da ordem de $3480 \text{ }^\circ\text{C}$, quando queimado com oxigênio. Esta propriedade permite o seu uso para efetuar facilmente cortes de metais como o aço e soldas metálicas (solda autogênica ou oxiacetilênica). O acetileno é produzido facilmente pela reação do carbureto (carbeto de cálcio comercial) com água. É matéria prima para a preparação de um grande número de compostos orgânicos.



Corte de um trilho de trem com maçarico oxiacetilênico. A elevada temperatura atingida pela chama deste maçarico permite que isso seja feito com facilidade.

Fonte: Soldagem oxiacetilênico (2015).

OBJETIVO DA PRÁTICA: preparar o acetileno e executar algumas de suas reações típicas.

MATERIAIS E REAGENTES: carbureto¹, algodão, tubos de ensaio, rolha com **TUBO DE SAÍDA PARA GASES***, solução aquosa de permanganato de potássio¹ (2% de KMnO_4), solução de nitrato de prata em amônia¹, solução de sulfato de cobre em amônia¹, estante para tubos de ensaio, copo pequeno com gelo.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Prepare a solução aquosa a 2% de permanganato de potássio em água destilada. Na sua falta, água da torneira será suficiente. Coloque a solução em um pequeno frasco de vidro conta-gotas devidamente rotulado.
- Prepare, separadamente, as soluções amoniacais, de nitrato de prata e de sulfato de cobre, dissolvendo esses sais em solução aquosa de hidróxido de amônio a 10%. Coloque as soluções em frascos de vidro conta-gotas rotulados.
- Disponha, em três tubos* de ensaio rotulados, 5 mL de água. Acrescente aos tubos 10 gotas das soluções acima.
- Num tubo de ensaio limpo e seco, coloque um pequeno chumaço de algodão (do tamanho de uma bola de gude) e o empurre para o fundo com a ajuda de um lápis.
- Acrescente umas 6 a 8 gotas de água ao algodão no tubo de ensaio. O algodão deve ficar apenas umedecido, **NÃO ENCHARCADO**. Acrescente um fragmento de carbureto do tamanho de uma ervilha* ao tubo de ensaio e o tampe imediatamente com o tubo de saída para gases.
- Borbulhe imediatamente o gás acetileno produzido, nos tubos de ensaio contendo as soluções anteriormente preparadas.▲ Observe as mudanças ocorridas nestas reações e anote os resultados.
- Substitua o tubo de saída para gases pelo outro que tem a agulha no seu extremo. Cuidadosamente, acenda com a chama de um isqueiro ou de um fósforo, o gás acetileno que sai no extremo da agulha. Anote seu aspecto e cor. Obs.: caso o acetileno seja insuficiente, acrescente um outro fragmento de carbureto ao mesmo tubo.

PREPARE OS SEUS TUBOS DE SAÍDA PARA GASES*

1. Remova a carga vazia de uma caneta esferográfica.
2. Retire a ponteira da carga vazia e lave o tubo de plástico com suficiente álcool hidratado para remover toda tinta remanescente.
3. Perfure (com furadeira e broca de tamanho adequado ao tubo da caneta) uma rolha de borracha que adapte ao tubo de ensaio.
4. Insira o tubo plástico da caneta já limpo e seco no furo da rolha, de modo a deixar toda a extensão do tubo para fora da rolha.
5. Prepare um segundo tubo de saída adaptando em sua extremidade uma agulha de seringa de injetáveis. Para tal, cubra com suficiente fita adesiva o extremo do tubo onde será adaptada a agulha.

DESCARTE DE RESÍDUOS

O conteúdo dos tubos de ensaio podem ser misturados, **SEPARADAMENTE**, com terra e descartados diretamente no jardim.

♣ O tubo com a solução de sulfato de cobre amoniacal deve ser estar em banho de gelo, mantido ali durante e após a adição de acetileno.

♦ Para quebrar o pedaço de carbureto, segure-o com um alicate cobrindo-o com um pano seco. Apóie sobre uma superfície metálica ou uma pedra dura, antes de golpear firmemente com o martelo.

▲ Antes de borbulhar no próximo tubo, borbulhe, brevemente, num frasco com água, para lavar o extremo do tubo de saída do gás.

ALGUNS USOS E APLICAÇÕES

- Na **produção de chamas** por combustão do acetileno em maçaricos, para o corte de chapas ou peças metálicas, principalmente de ferro ou aço.
- A chama do acetileno é também empregada para efetuar **soldas** de peças de ferro, aço e diversos metais.
- Na **síntese** de outros alcinos, empregando-se diferentes tipos de reações. Muitos desses fármacos de última geração.
- A luminosidade acentuada da chama do acetileno a tornou útil para a **iluminação** em atividades de mineração e em exploração de cavernas.



A chama do **acetileno** é ainda usada na exploração de cavernas (espeleologia) por sua luminosidade, devido ao carbono presente pela combustão incompleta do gás.

Foto: Bernardino (2011).

LEITURA RECOMENDADA

Perigo de morte nas minas...

O **grisu** (do francês, grisou) é um gás que pode ser encontrado em minas subterrâneas de carvão, capaz de formar atmosferas explosivas. É composto, principalmente de metano. Dependendo da jazida, pode conter também etano e dióxido de carbono, ou ainda, hidrogênio, hélio e argônio, em menores proporções.

Origem – O gás grisú tem a mesma origem que o carvão, formando-se ao mesmo tempo, ficando adsorvido em sua superfície. Durante a sua formação, o carvão libera diversos materiais como água, hidrogênio, dióxido de carbono, metano, entre outros. Esses materiais ficam retidos, parcialmente, na superfície do carvão e em suas adjacências, enquanto que outra parte escapa para o interior dos locais da jazida carbonífera.

O grisú no carvão – A maior parte do grisú, em torno de 95%, se encontra adsorvido na superfície interna do carvão. Tal adsorção se deve, principalmente, às forças de van der Waals, entre as moléculas do gás e a superfície do carvão. Estima-se que o carvão apresenta uma superfície interna de 20 a 200 m²/g, o que representa uma quantidade importante de gás adsorvido. Cerca de 5% do gás grisú se encontra retido na em forma de gás livre nas fendas, fissuras e fraturas que existem no interior do carvão. Outros tipos de jazidas sedimentares, como as de potassa, gesso e de calcários, podem também conter gás grisú. Porém, em quantidades menores por não apresentarem superfícies adsorventes como o carvão.

O gás grisú na mina – Quando é feita uma perfuração no interior de uma mina, é produzido um relaxamento da pressão no entorno da escavação, que por sua vez, está circundada por outras zonas de sobrepressão. Tais alterações produzem o aparecimento de fraturas, permanecendo exposta somente a região recentemente aberta. Se nesta zona existe carvão contendo gás grisú, este fluirá para a região recentemente perfurada. Inicialmente, fluirá o gás contido nas fissuras, enquanto que o gás adsorvido na superfície interna do carvão vai fluindo lentamente para as gretas e fissuras, e daí para o local perfurado. Esse processo é denominado de desgasificação do carvão. Quando o carvão é extraído, ele se encontra parcialmente desgasificado, e continua a desgasificar durante o seu transporte para o exterior da mina. A velocidade com que desgasifica depende da granulometria do carvão, da temperatura do ambiente e de outros fatores. Quando o gás grisú chega ao local da perfuração, se mistura ao ar proveniente da ventilação da mina.

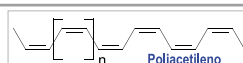
Propriedades – Do ponto de vista da segurança em minas subterrâneas de carvão, as propriedades mais importantes são sua inflamabilidade e sua densidade, oriundas do seu principal componente, o metano. Sendo o metano mais leve que o ar, o grisú pode flutuar por sobre o ar da mina antes de se misturar totalmente. Em condições de pouca agitação e ventilação, ele pode concentrar-se no interior das minas até atingir características explosivas. Ele tem os seus limites de explosividade em misturas com o ar entre 5% (limite inferior – LIE) e 15% (limite superior – LSE). Por cima do LSE e por baixo do LIE, o grisú não é combustível por excesso de combustível ou de ar, respectivamente. Nas concentrações entre o LIE e o LSE pode ocorrer explosão quando se encontram presentes fontes de energia suficientes como: **chamas**, faíscas, compressões adiabáticas ou ondas de choque e superfícies quentes ou gases quentes. Fonte: adaptado do texto Grisú (2015).



Explosão de grisú em uma mina francesa. Ilustração do suplemento de domingo de *Le Petit Journal*, Paris, 1892.

Fonte: Grisú (2015).

Saiba mais...



Fonte: adaptado de Polyacetylene (2015).

O **poliacetileno** (fotos ao lado) descoberto por H. Shirakawa, é um polímero condutor da corrente elétrica e não acumula eletricidade estática, sendo por isso, muito valioso no transporte de componentes eletrônicos e não deve ser descartado, mas reaproveitado. Pode ser obtido pela polimerização do **acetileno** sob ação de catalisadores e condições específicas, mas, também, a partir de outros processos e materiais. Para realçar as suas propriedades de condutividade elétrica, o poliacetileno é "dopado" com iodo, o que aumenta em sete vezes essa propriedade. Ao lado, imagem de uma embalagem de componentes eletrônicos produzido com o poliacetileno. No detalhe, dois aspectos importantes desse notável polímero.

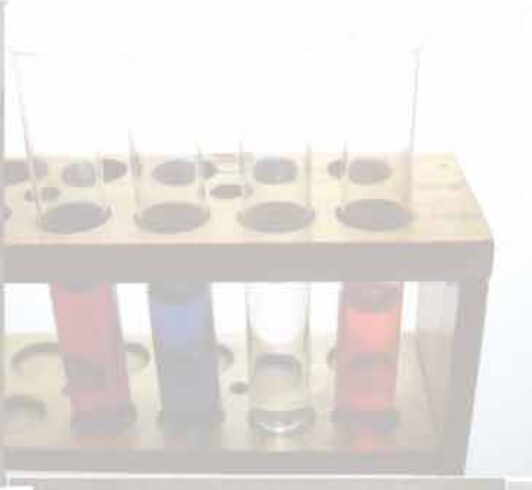


QUESTÕES

1. Procure na literatura sobre as reações executadas e escreva as equações de cada uma delas, assim como também, a equação da combustão completa do acetileno.
2. Compare o aspecto e cor da chama do acetileno com a do hidrogênio obtida na experiência 16. Qual o motivo desta diferença?
3. Escreva a equação balanceada para a combustão do principal componente do gás grisú.
4. Nas lâmpadas a carbureto, como no tubo de ensaio gerador de acetileno empregado nesta experiência, ocorre a reação do carbeto de cálcio, CaC₂, com a água. Mostre a equação balanceada dessa reação.
5. Como o uso da lâmpada de Davy permite evitar as letais explosões que podem ocorrer quando o gás grisú se encontra presente em uma mina?



A luminosidade da chama gerada pela **queima do acetileno** tornou-a amplamente utilizada, por muito tempo, por trabalhadores nas minas. O acetileno era produzido pela reação controlada de carbureto (b) com água na parte inferior dessas lâmpadas (c). A presença do gás grisú, altamente explosivo, em algumas minas, causou muitos acidentes com vítimas fatais. O uso da lâmpada a óleo de Davy (a) permitiu contornar o antigo problema das explosões. Nessa lâmpada, a sua tela metálica impedia o contato do gás grisú com a chama da lâmpada, e com isso, as explosões. Fotos: (a) Lâmpada de Davy (2015), (b) A. Camargo (2015) e (c) Lâmpara de carburo (2015).



ANEXOS



NORMAS DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

Nos laboratórios de química, todos os usuários devem conhecer e respeitar algumas regras com o objetivo de evitar acidentes que coloquem em risco a segurança no local. É sabido que nesses ambientes há substâncias que são nocivas à saúde, outras potenciais contaminantes do meio ambiente além de materiais combustíveis. Existem também equipamentos de vidro que, em caso de quebra, podem provocar cortes. E ainda existem equipamentos de aquecimento que podem provocar queimaduras. Devido a isso e a presença de outros materiais que podem provocar acidentes, são recomendadas algumas normas de segurança aos estudantes e profissionais que atuam em um laboratório. Veja, a seguir, algumas destas normas:

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Utilizar avental de algodão e óculos de proteção.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Não comer, beber, mascar pastilhas, tomar medicamentos ou colocar cosméticos.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Não provar, cheirar ou tocar em produtos químicos.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Não correr nem fazer movimentos bruscos.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Deixar sempre o laboratório limpo e arrumado.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Em caso de emergência, chame o professor.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal



Prender o cabelo comprido e não usar anéis.

Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Portugal

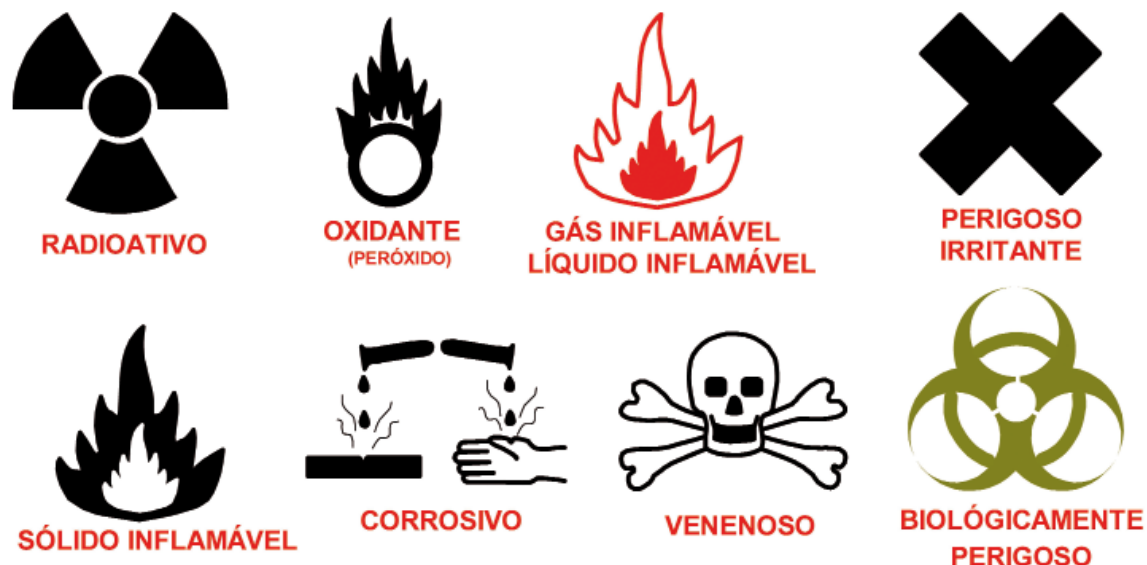


Lavar as mãos no final do trabalho.

ALGUNS ÍCONES EMPREGADOS EM FRASCOS DE REAGENTES

No trânsito, tanto em ruas como em estradas, encontramos placas de sinalização envolvendo ícones que representam determinadas situações. No laboratório de química são também empregados alguns ícones representando a periculosidade dos reagentes e equipamentos utilizados.

Dessa forma, os frascos de reagentes que representam algum risco devem apresentar no seu respectivo rótulo o ícone correspondente ao tipo de periculosidade que ele pode representar durante sua manipulação. Procure sempre, **antes de utilizar**, identificar o ícone e seu significado. A seguir são mostrados alguns destes ícones.

















FORMAS DE INTOXICAÇÃO POR PRODUTOS QUÍMICOS

Os reagentes químicos podem ocasionar diferentes tipos de acidentes que envolvem a intoxicação durante a sua manipulação. Frequentemente, os frascos de reagentes podem apresentar contaminação na parte externa devido a pequenas quantidades do seu conteúdo terem escorrido durante manipulação anterior. Alguns dos modos de intoxicação são listados abaixo:













- **inalação:** quando aspiramos os vapores de um reagente químico durante sua manipulação, podemos sofrer diferentes tipos de formas de intoxicação dependendo da natureza do reagente. Assim, os vapores do ácido clorídrico são cáusticos, os vapores do benzeno são narcóticos e carcinogênicos. Utilize esses reagentes em capela ou ambientes abertos de modo a minimizar a absorção de seus vapores, esticando ao máximo os braços durante seu manuseio.
- **absorção cutânea:** se acidentalmente um pouco do reagente é projetado sobre a pele, uma certa quantidade desse poderá ser absorvida, proporcionalmente à área atingida. A absorção desse material estará relacionada à natureza química do reagente, podendo causar diferentes consequências como irritação, vermelhidão e assaduras na pele. Quando a absorção é considerável, a intoxicação de órgãos internos poderá também acontecer. Por isso, utilize o avental e, quando necessário, luvas de borracha e óculos de segurança durante a manipulação de reagentes.
- **queimaduras:** reagentes com caráter ácido ou básico podem não ser absorvidos pela pele, mas causam queimaduras quando em contato direto. Reagentes como ácido sulfúrico e hidróxido de sódio, bem como suas soluções, são exemplos comuns de materiais causadores de queimaduras em laboratório. Use obrigatoriamente luvas de borracha durante sua manipulação.
- **ingestão:** a ingestão acidental de reagentes químicos pode ocorrer quando, após a manipulação de frascos de reagentes, levamos a mão contaminada à boca. Portanto, não se esqueça de lavar cuidadosamente as mãos após o uso de frascos de reagentes químicos. Outra forma comum de intoxicação por ingestão acontece quando se usa indevidamente uma pipeta, aspirando-a com a boca. Por isso, use obrigatoriamente uma pera de borracha para pipetar um material líquido.

PERICULOSIDADE E TOXICIDADE DE REAGENTES

Tabela de reagentes – Materiais que devem ser estocados e manuseados com cuidados especiais nos experimentos.

Reagente (experiência)	Periculosidade e toxicidade	Características e cuidados
Acetato de chumbo (28) 	Tóxico por ingestão e contato com mucosas e feridas. Suspeito de causar câncer.	Use luvas de borracha na sua manipulação.
Acetona (4, 37) 	Líquido altamente inflamável; pode explodir em contato com reagentes oxidantes. Baixa toxicidade em pequenas concentrações. A inalação pode causar irritação nos olhos, nariz e garganta.	Manipule longe de chamas. Estocar em compartimentos separados de permanganato de potássio, ácido nítrico, peróxido de hidrogênio e outros agentes oxidantes fortes. Use extintor de pó químico para extinguir chamas.
Ácido clorídrico (7, 13, 15, 16, 17, 30, 32, 40, 41) 	Solução aquosa que desprende vapores corrosivos e tóxicos, causando irritação nos olhos e no trato respiratório. Produz queimaduras em contato com a pele.	Manipule em capela ou local bem ventilado, utilizando luvas de borracha e óculos de segurança. Estocar longe de metais, bases, carbonatos e bicarbonatos bem como de agentes oxidantes fortes.
Ácido muriático (Vide ácido clorídrico)	Nome dado ao ácido clorídrico de baixa pureza.	Idêntico ao do <i>ácido clorídrico</i> .
Ácido sulfúrico (11, 33) 	Ácido muito cáustico de forte ação desidratante. Causa queimadura instantânea em contato com a pele. Reage energeticamente com água, liberando muito calor.	Manipule utilizando luvas de borracha. Estocar em local seco, isolado de metais, bases, haletos, carbonatos e bicarbonatos bem como de agentes oxidantes fortes.
Água de cal (17, 32) 	Pode causar irritação moderada na pele e nos olhos. A inalação do pó usado na preparação da água de cal pode causar irritação das vias respiratórias.	Use luvas de borracha e máscara contra pó na manipulação do hidróxido de cálcio para a preparação da água de cal. Em caso de contato com a pele, lave inicialmente com vinagre e depois com água em abundância.
Água oxigenada – 10 volumes (29) 	É um oxidante forte que degrada facilmente com o calor e impurezas presentes na solução.	Deve ser estocada em local fresco e bem ventilado, isolada de vapores de compostos orgânicos.
Água sanitária [solução de hipoclorito de sódio] (25, 31) 	Irritante da pele. Desprende gás cloro que é tóxico e muito corrosivo. É um agente oxidante forte e pode reagir explosivamente em contato com compostos orgânicos.	Manipule com luvas de borracha em local arejado, evitando respirar os vapores oriundos da solução. Guarde separado de solventes orgânicos e metais. Em contato com a pele, lave com vinagre e água em abundância.
Amianto 	Pó cancerígeno aos alvéolos pulmonares (asbestose) se aspirados frequentemente.	Manipule a tela de amianto longe do rosto, evitando respirar perto do material.
Hidróxido de amônio (45) 	A solução desprende gás amônia, tóxico e irritante.	Evite respirar os seus vapores. Manipule em capela ou em ambientes abertos e bem ventilados. Use luvas de borracha.
Cânfora (43) 	Sólido inflamável. Seus vapores podem irritar olhos, nariz e garganta em concentrações superiores a 3 ppm, causando dores de cabeça, tontura e perda do olfato.	Estoque em frascos bem vedados e longe de agentes oxidantes fortes com os quais pode causar explosão.
Carbeto de cálcio (45) 	Sólido irritante da pele. Reage intensamente com a água, liberando o acetileno, que é muito inflamável.	Estoque em saco de polietileno lacrado evitando respirar o acetileno desprendido durante sua manipulação. Manipule com luvas de borracha.
Cloreto de cálcio (30) 	Irritante e higroscópico.	Agente desidratante. Evite o contato direto com a pele e a inalação de seu pó.
Dicromato de potássio (30, 41) 	Oxidante forte, corrosivo e irritante da pele. Causa úlceras quando em contato com a pele e mucosas. Venenoso por ingestão (5 g são letais para humanos).	Estoque em lugar separado de hidrocarbonetos, alcoóis e cetonas. Manipule com cuidado usando luvas de borracha.
Dióxido de enxofre (9, 14) 	Gás tóxico, não inflamável e corrosivo. Causa irritação na pele, olhos, mucosas e trato respiratório. Sintomas: tosse, sufocamento, broncoconstrição e queimaduras.	Utilize o gás em local aberto e bem ventilado ou em capela com excelente exaustão.

Continua na página 116

Reagente (experiência)	Periculosidade e toxicidade	Características e cuidados
<i>Etanol</i> [álcool comum; álcool etílico] (1, 10, 20, 37, 38, 41) 	Líquido muito inflamável. A inalação de seus vapores pode resultar em irritação dos olhos e mucosas, principalmente em concentrações elevadas. A exposição pode causar estupor, fadiga e sonolência.	Risco de incêndio em contato com chama ou calor. Forma misturas explosivas com o ar. Mantenha longe de oxidantes fortes com os quais forma misturas explosivas. Em caso de incêndio, use extintores de pó químico ou água.
<i>Enxofre</i> (9, 14) 	Pó amarelo irritante por inalação. Produz dióxido de enxofre em sua combustão.	Guarde longe de chamas e materiais oxidantes. Evite aspirar o pó.
<i>Gasolina</i> (1, 10, 34) 	Líquido altamente inflamável. A toxicidade dos hidrocarbonetos alifáticos em seres humanos e animais é moderada. Os termos gasosos são atóxicos e simples asfixiantes. Tem propriedades narcóticas em elevadas concentrações no ar.	Mistura de hidrocarbonetos, principalmente alifáticos, correspondentes à fração leve da destilação do petróleo. Contém cerca de 20% de etanol anidro usado como antidetonante. Forma mistura explosiva com o ar. Use extintores de CO ₂ ou pó químico para combate a incêndios.
<i>Hidróxido de sódio</i> [soda cáustica] (11, 15, 23, 27, 30, 38) 	Altamente corrosivo. Causa irritação imediata e queimaduras na pele e mucosas. A sua solução concentrada causa irritação severa e queimaduras.	Manipule com luvas de borrachas, máscara de proteção contra pó e óculos de segurança. Guarde longe de ácidos em recipientes de polietileno vedados para evitar contato com a umidade do ar. Quando em contato com a pele, lave imediatamente com vinagre e depois, com água.
<i>Iodo – solução alcoólica a 2%</i> (15, 25, 29, 42) 	Solução antisséptica que pode causar irritação em contato com as mucosas.	Manuseie com luvas de borracha e óculos de proteção. Estoque longe de soluções básicas, oxidantes fortes e metais.
<i>Permanganato de potássio</i> (41)  	Oxidante forte moderadamente tóxico. Causa náuseas, vômito e dispneia. A ingestão de 10 g é fatal. Bactericida em soluções diluídas. Soluções concentradas são cáusticas à pele e aos olhos.	Estoque em lugar separado de hidrocarbonetos, alcoóis e cetonas. Manipule com cuidado usando luvas de borracha.
<i>Nitrato de prata</i> (45) 	Mancha a pele quando em contato com a mesma. Degrada quando exposto à luz.	Manipule com luvas. Estoque ao abrigo da luz.
<i>Sulfato de cobre II</i> (3, 5, 16, 22, 26, 28, 43) 	Tóxico e irritante. A ingestão causa náuseas, vômito ou perda de consciência.	Não estoque em recipientes metálicos. Manuseie com luvas e evite aspirar o pó.
<i>Thinner</i> (37)  	Solvente altamente inflamável constituído de vários compostos líquidos voláteis de diferentes funções orgânicas. Seus vapores são tóxicos e irritantes.	Evite a inalação de seus vapores e contato com a pele. Estoque longe de oxidantes fortes e ao abrigo do calor e chamas.
<i>Tiosulfato de sódio - solução</i> (29) 	Essa solução causa irritação à pele e aos olhos.	Manipule com luvas de borracha. Use óculos e avental.

ALGUNS SITES RELACIONADOS À SEGURANÇA E TOXICOLOGIA DE SUBSTÂNCIAS

www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/produtosemergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.brwww.anvisa.gov.br/toxicologiawww.ceatox.org.br

CONSULTA DE ENDEREÇOS ELETRÔNICOS DOS CENTROS DE INFORMAÇÕES E ATENDIMENTO

www.anvisa.gov.br/toxicologia/centros.htmwww.ceatox.org.br

TELEFONES

Ceatox – SP 0800-0148110 (São Paulo)

Anvisa – MG 0800-7226001 (Belo Horizonte)

ALGUNS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO

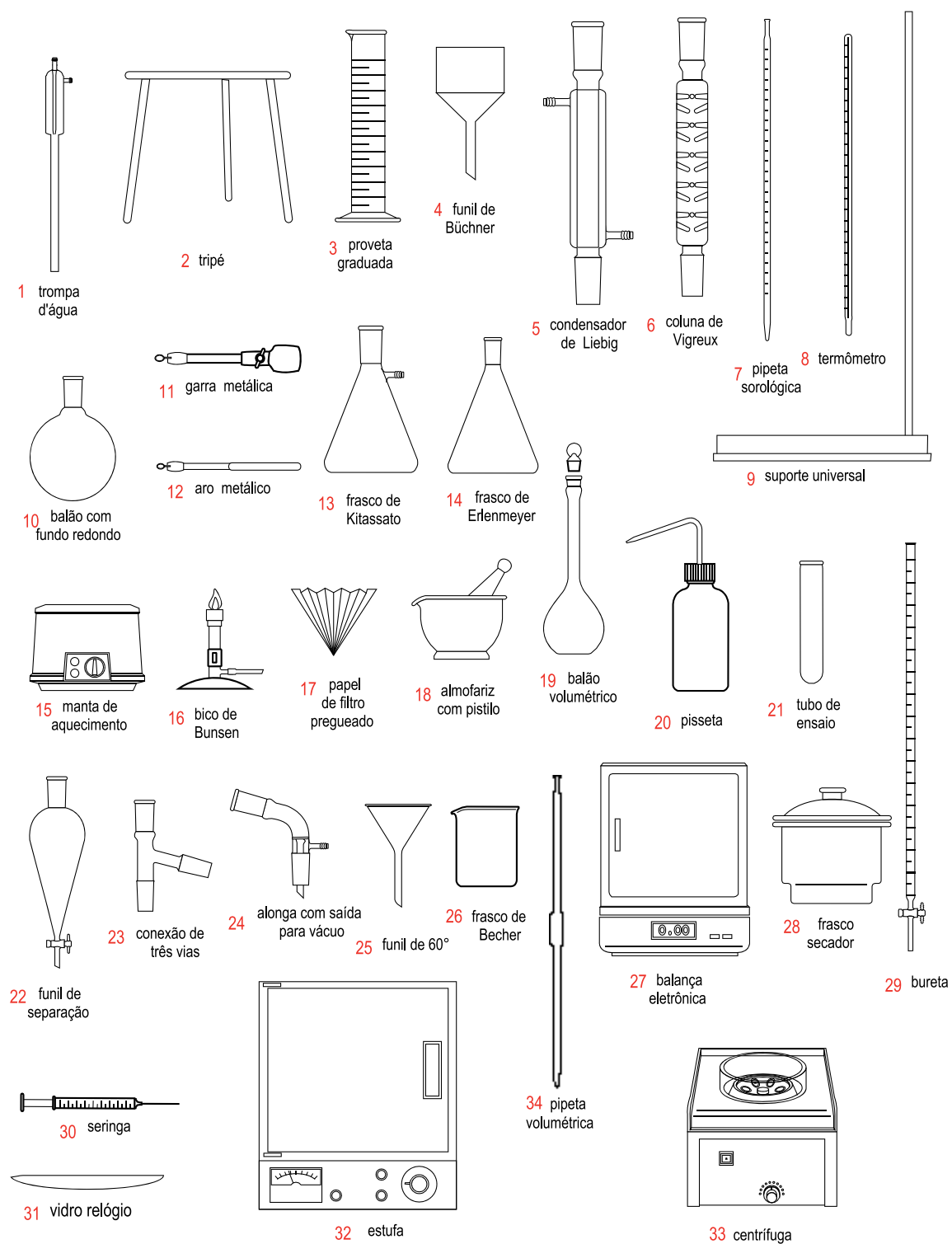


Figura: arquivo dos autores

ALGUNS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO

Fotos: arquivo dos autores

Fig./ EQUIPAMENTO USO	Imagem				
1 TROMPA D'ÁGUA Produzir vácuo (baixa pressão)		14 FRASCO DE ERLLENMEYER Operações envolvendo líquidos		24 ALONGA P/ VÁCUO Conexão com saída para vácuo usada para acoplar o condensador ao balão coletor em destilações	
2 TRIPÉ Suporte para materiais em aquecimento		15 MANTA DE AQUECIMENTO Aquecer balões de fundo redondo		25 FUNIL DE 60° Funil padrão para filtração	
3 PROVETA GRADUADA Medição de volumes de líquidos com média precisão		16 BICO DE BUNSEN Aquecimento em ausência de materiais inflamáveis		26 FRASCO DE BECHER Efetuar operações e reações químicas	
4 FUNIL DE BÜCHNER Filtração a vácuo	 de frente de cima	17 PAPEL DE FILTRO PREGUEADO Filtração acelerada		27 BALANÇA ELETRÔNICA Pesagem de materiais e reagentes	
5 CONDENSADOR DE LIEBIG Trocador de calor para condensar vapores em destilações		18 ALMOFARIZ COM PISTILO Pulverizar ou triturar sólidos		28 FRASCO SECADOR Secagem de sólidos em geral	
6 COLUNA DE VIGREUX Dispositivo para fracionar misturas de vapores		19 BALÃO VOLUMÉTRICO Preparar soluções com elevada precisão		29 BURETA Medição de volume de líquidos com alta precisão	
7 PIPETA SOROLÓGICA Medir volumes de líquidos com precisão		20 PISSETA Frasco plástico para transferir alguns solventes por pressão (apertando) em suas paredes		30 SERINGA / AGULHA Medição de pequenos volumes	
8 TERMÔMETRO Medir temperatura		21 TUBOS DE ENSAIO EM ESTANTE DE MADEIRA Realizar testes em geral		31 VIDRO RELÓGIO Pesagem e acondicionamento de sólidos	
9 SUPORTE UNIVERSAL Prender equipamentos em uso		22 FUNIL DE SEPARAÇÃO Dispositivo para separar líquidos imiscíveis		32 ESTUFA Secagem de sólidos por aquecimento	
10 BALÃO COM FUNDO REDONDO Executar reações e outras operações		23 CONEXÃO DE TRÊS VIAS Tubo para interconectar três peças em operações de laboratório (ex: em destilações)		33 CENTRÍFUGA Separação de sólidos de uma suspensão com líquido	
11 GARRA METÁLICA Fixar equipamentos ao suporte universal				34 PIPETA VOLUMÉTRICA Medição de volumes precisos de líquidos	
12 ARO METÁLICO Fixar equipamentos de formato volumoso ao suporte universal					
13 FRASCO DE KITASSATO Efetuar filtração a vácuo acoplado ao funil de Büchner					

ONDE ENCONTRO?

Os experimentos apresentados neste livro foram desenvolvidos utilizando, preferencialmente, materiais e reagentes de fácil aquisição e baixo custo, de modo a facilitar a execução desses experimentos. Para agilizar a localização desses materiais, encontram-se listados na tabela abaixo os tipos de estabelecimentos comerciais onde podem ser adquiridos.

Tabela 2 – onde localizar alguns dos reagentes e materiais alternativos utilizados nas experiências (os experimentos correspondentes estão indicados pelos números entre parênteses).



Material (experiência nº) – uso	Estabelecimento comercial
Amostras de metais de formatos regulares (2) – usinagem de peças	Comércio de perfilados metálicos
Esferas de aço (2) – rolamentos de veículos	Oficinas mecânicas
Sulfato de cobre (3, 5, 16, 22, 26, 28, 43, 45) – defensivo agrícola	Lojas de produtos agropecuários
Água destilada	Postos de gasolina
Água sanitária (25, 31) – desinfetante.	Supermercados
Acetona (4, 37) – removedor de esmalte	Farmácias e drogarias
Bico de pneu de motocicleta (14) – válvula de pneu	Borracharias
Cloreto de cálcio (30) – desumidificador (anti-mofo p/guarda-roupas)	Supermercados
Enxofre em pó (9, 14) – defensivo agrícola	Lojas de produtos agropecuários
Esponja de aço (15, 16, 25) – limpeza doméstica	Supermercados
Ácido clorídrico (7, 13, 15, 16, 17, 30, 32, 40, 41) – solução para limpeza	Lojas de materiais de construção
Graxa de lítio (7) – lubrificante em sistemas mecânicos	Lojas de peças automotivas, lojas de ferramentas e hipermercados
Pilha usada de lítio (7) – pilhas usadas em relógios e computadores	Relojoarias ou lojas de conserto de microcomputadores.
Soda cáustica (11, 15, 23, 27, 30, 38) – solução para limpeza	Supermercados
Indicador azul de bromotimol (11, 23) – teste de pH p/aquários e piscinas	Lojas de suprimento para aquários e piscinas
Magnésio metálico (14) – eletrodo p/ soldas ou eletrodo de sacrifício	Lojas de produtos para piscinas ou de suprimentos para soldas
Sulfato de magnésio (sal amargo) (15) – laxante	Farmácias e drogarias
Bicarbonato de sódio (15, 17, 21) – antiácido estomacal e uso culinário	Farmácias e drogarias
Calcário (19) – corretivo de pH do solo.	Lojas de produtos agropecuários
Cobre metálico (26, 27) – fio elétrico	Lojas de materiais elétricos
Chumbo metálico em bastão (28) – chumbada	Lojas de artigos de pesca
Garras tipo jacaré (26, 27, 28) – conexões temporárias elétricas	Lojas de materiais elétricos
Solução de acetato de chumbo (28, 30) – tintura p/cabelos	Perfumarias, farmácias e drogarias
Solução de tiosulfato de sódio (29, 30) – solução de anticloro p/aquários	Lojas de materiais para aquários
Carbonato de sódio (17, 32) – antiácido estomacal	Farmácias e drogarias
Hidróxido de cálcio (cal hidratada) (17, 32) – argamassa de construção	Lojas de materiais de construção
Permanganato de potássio (41, 45) – desinfetante de uso externo	Farmácias e drogarias
Óleo de coco (42) – umectante para a pele	Farmácias de manipulação
Cânfora (43) – componente de descongestionantes nasais	Farmácias e drogarias
Solução de iodo (15, 25, 29, 30, 42) – desinfetante local para uso externo	Farmácias e drogarias
Água oxigenada 10 volumes (29) – desinfetante local para uso externo	Farmácias e drogarias
Etanol absoluto (44) – perfumaria e medicamentos	Farmácias e drogarias
Mangueiras flexíveis – usadas como mangueiras de gasolina	Lojas de autopeças e artigos de borracha
Tubo plástico flexível transparente de 4,0 mm (17) – tubo de saída de limpador instantâneo líquido “Veja”, por exemplo	Lojas de artigos de borracha
Pasta d’água (28) – pomada para queimaduras na pele	Farmácias e drogarias
Carbureto (45) – produção de acetileno para soldagem autogênica	Lojas de materiais de solda
Nitrato de prata em bastão (45) – tratamento de eliminação de verrugas	Farmácias e drogarias
Solução de hidróxido de amônio (45) – tratamento de cabelos	Farmácias e drogarias

MATERIAIS ALTERNATIVOS DE APOIO NO LABORATÓRIO

Muitos materiais típicos de uso em laboratórios de química podem ser substituídos, eventualmente, por materiais similares que fazem parte de produtos que facilmente encontramos tais como: alimentos, remédios e outros. A tabela a seguir mostra alguns desses materiais que podem ser usados nos experimentos sem prejuízo da qualidade de sua execução.

Tabela 3 – alguns materiais alternativos de apoio que podem ser utilizados em laboratórios de química no Ensino Médio

Material – uso	Uso como ...	Imagem
Copinho plástico de medida de volume até 10 mL – Dosagem de medicamentos do tipo xarope	Frasco de medição de líquidos	 Fotos: arquivo dos autores
Seringa de polietileno de até 10 mL – Dosagem de medicamentos via oral	Frasco de medição de líquidos	 Fotos: arquivo dos autores
Seringa descartável de polietileno (volumes variáveis) – Dosagem de medicamentos injetáveis	Frasco de medição de líquidos	 Foto: arquivo dos autores
Pinça de costureira – pegar linha	Pinçar materiais em geral	 Foto: arquivo dos autores
Frasco de vinagre (formato de balão) Capacidade: 250 e 350 mL	Balões volumétricos	 Fotos: arquivo dos autores
Capa protetora de lâmina de barbeador descartável (usado nas experiências 17 e 19)	Recipiente de pesagem de pequenas quantidades de sólidos. Para massas maiores podem-se usar copinhos descartáveis de café (40 mL)	 Foto: arquivo dos autores
Frasco de plástico para molhos de saladas. (usado nas experiências 17 e 19)	Recipiente para reações químicas	 Foto: arquivo dos autores
Tubos de coleta de amostras de sangue <u>autoclavados</u> – laboratórios de análises clínicas	Tubos de ensaio	 Fotos: arquivo dos autores

Material – uso	Uso como ...	Imagem
Balanças eletrônicas digitais – balanças portáteis a bateria usadas em joalherias. Capacidade: 100 a 200g. Precisão: 0,1 ou 0,01g. À venda em lojas de fornecedoras	Pesagem de reagentes	 Foto: arquivo dos autores
Papel de filtro para coar café	Como papel de filtro qualitativo, inclusive na filtração a vácuo	 Fotos: arquivo dos autores
Prendedor de roupas de madeira	Pinça de madeira para tubos de ensaio	 Foto: arquivo dos autores
Pinça de madeira – feita em marcenaria usando a mola de um prendedor comum	Pinça de madeira para tubos de ensaio	 Foto: arquivo dos autores
Pegador de mamadeira resistente ao calor	Pegador de vidraria quente de pequeno porte	 Foto: arquivo dos autores
Escova de lavar mamadeira	Escova para lavar vidrarias	 Foto: arquivo dos autores
Escova dental com as cerdas recortadas	Escova para lavar tubos de ensaio e outras vidrarias estreitas	 Fotos: arquivo dos autores
Corda de algodão para lâmparina a álcool – encontrada em lojas de artigos agropecuários	Aquecimento brando em geral	 Fotos: arquivo dos autores
Escova interdental – à venda em drogarias e supermercados	Escova para lavar vidrarias pequenas	 Fotos: arquivo dos autores
Estufa para desinfecção de materiais utilizados em salão de beleza, como tesouras, cortadores de unha e cutículas. À venda em distribuidoras de materiais e equipamentos para salão de beleza	Estufa para secagem de materiais	 Foto: arquivo dos autores



FAÇA VOCÊ MESMO...

Com o objetivo de abranger um maior número de escolas e considerando que algumas delas apresentam condições de infraestrutura limitada, os autores desenvolveram alguns equipamentos empregados em laboratórios de ensino para suprir eventuais deficiências relacionadas à aquisição dos aparelhos convencionais.

Esses equipamentos alternativos podem ser montados com materiais de baixo custo e de fácil obtenção, podendo ser produzidos com reduzidos recursos, tanto financeiros quanto operacionais. Porém, em alguns casos, poderá ser necessário contar com a ajuda de oficinas e profissionais especializados.

A maior parte deles poderá ser montada pelo próprio professor ou pessoa capacitada a manusear ferramentas convencionais das quais, muitas vezes, dispomos em nossos lares, e outras facilmente adquiridas e utilizadas, sendo também de baixo custo.

A montagem não deve ser deixada em mãos dos alunos para evitar que a sua qualidade não atinja as características desejadas para sua utilização, a menos que o professor coordene a sua fabricação. Assim, procura-se também evitar eventuais acidentes decorrentes da manipulação inadequada das ferramentas.

Os equipamentos alternativos apresentados a seguir foram devida e exaustivamente testados até se tornarem materiais confiáveis aos objetivos a que se destinam, podendo ainda sofrer melhorias por parte do usuário, contando com sua experiência e habilidade.

Outros equipamentos dessa natureza poderão ser desenvolvidos, futuramente, inclusive pelos próprios professores de ensino médio, em função de suas necessidades específicas. Nesse sentido, esta parte do livro objetiva, inclusive, incentivar a criatividade do profissional de ensino, de modo a desenvolver suas aptidões, seguindo uma filosofia construtivista.

MONTAGEM DE UMA BURETA ALTERNATIVA

As buretas são equipamentos de precisão usados para análises volumétricas nos laboratórios. Têm custo relativamente elevado, são frágeis e, uma vez danificadas, não podem ser consertadas. A seguir, é apresentada a montagem de uma **bureta alternativa**. Embora impreciso e rústico, esse equipamento é resistente e de fácil montagem, porém, em função de alguns de seus componentes, deve ser utilizado preferencialmente com soluções aquosas ou solventes pouco agressivos.



Foto: arquivo dos autores

1. Utilize 50 cm de trilho de alumínio para cortinas e 15 cm de cantoneira usada para acabamento em quinas de paredes de azulejos. Faça dois furos em cada peça, com o auxílio de uma furadeira, para que as partes sejam unidas a uma distância aproximada de 10 cm de uma das extremidades do trilho. A cantoneira será a peça de fixação no suporte universal.

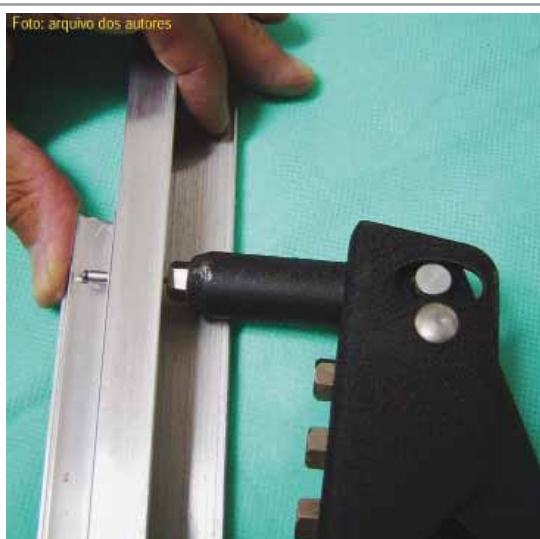


Foto: arquivo dos autores

2. Podem-se utilizar arrebites de fixação para unir as peças. Parafusos e porcas também são opções para essa finalidade



Foto: arquivo dos autores

3. Peças unidas com o uso de arrebites.



Foto: arquivo dos autores

5. O dosador removido do frasco intacto antes de se retirar a sua borda superior.



Foto: arquivo dos autores

4. Use um dosador de líquidos (como o mostrado acima) encontrado em frascos de soluções, como o bico da bureta.



Foto: arquivo dos autores

6. Recorte, com uma lâmina ou faca, a borda do dosador. Lave com água e sabão e está pronto o bico da bureta.



7. Encaixe o bico da bureta, inserando-o na saída do registro. Esse registro é encontrado em lojas de materiais de irrigação e contém uma torneira.



8. Na outra extremidade do registro, conecte uma seção de aproximadamente 55 cm de mangueira plástica transparente (1/2 polegada de diâmetro interno). Se for necessário, use água quente para amolecer a mangueira a ser conectada.



9. Obtenha um pequeno funil de entrada de líquido da bureta, cortando um frasco plástico para líquidos. A sua parte superior será usada como entrada de líquido da bureta, sendo insertada na outra extremidade da mangueira.



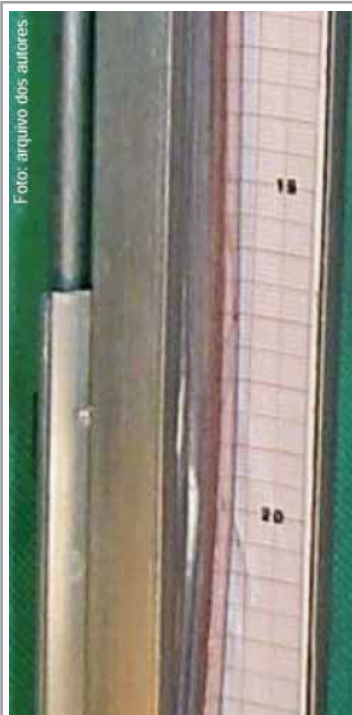
10. A mangueira encaixada no suporte feito de trilho de cortina.



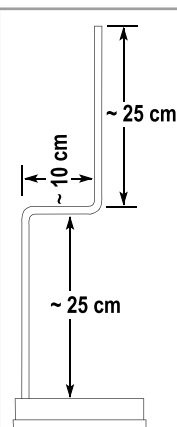
11. Detalhe do funil já encaixado na parte superior da bureta. Para fixar a mangueira no suporte, foi colocado um pedaço de fôrmica branca que se acople ao longo da bureta. Essa fôrmica servirá para acomodar a escala da bureta alternativa.



12. Vista da bureta encaixada no seu suporte, obtido a partir de uma haste para fixação de telhas de amianto presa em uma base de madeira.



13. Cole papel milimetrado sobre a fôrmica, para efetuar as marcações de volume como descrito no texto ao lado.



14. Ilustração do suporte para a bureta, com duas dobras na haste. O encaixe é feito na parte superior. Figura: arquivo dos autores.

EFETUANDO A GRADUAÇÃO DA BURETA

Coloque um pouco de água na bureta constituindo uma coluna de água de aproximadamente 2,0 cm e faça uma marca correspondente no papel milimetrado. A partir desta marca, coloque 50 mL de água na bureta e faça uma outra marca que será o 0,0 mL da bureta. Meça a distância entre as duas marcas e divida por 50. O valor encontrado refere-se a 1 mL e deve ser informado na bureta, para ser usado como escala de conversão. EXEMPLO:

$$1 \text{ mL} = \text{coluna de } 0,88 \text{ cm}$$

A bureta, assim obtida, apresenta imprecisão e deve ser usada apenas para fins didáticos.

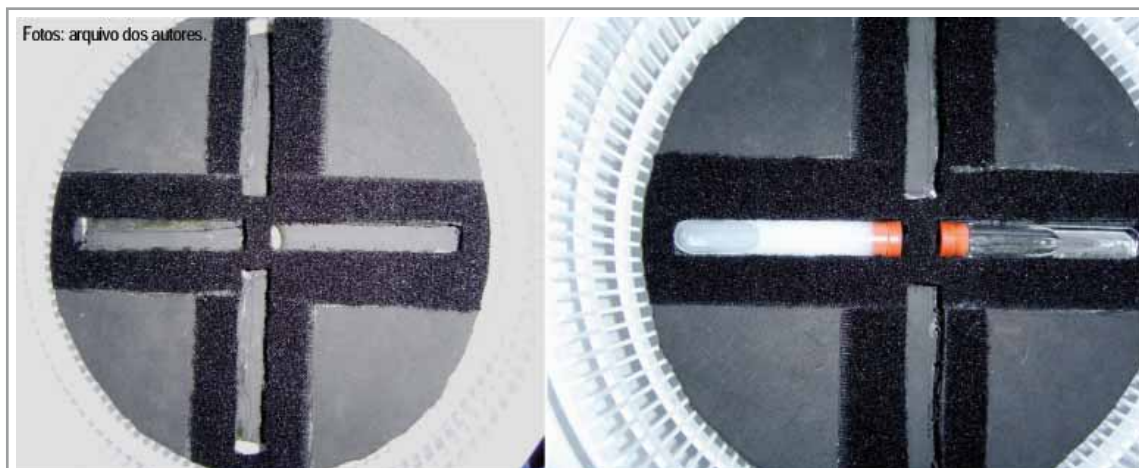
CENTRÍFUGA ALTERNATIVA PARA USO EM LABORATÓRIO

As centrífugas são equipamentos muito úteis nos laboratórios de química, onde são usadas para separar a fase sólida de suspensões. Em geral, tais suspensões são formadas com frequência em reações químicas em que o produto é um sólido que não permite a separação por filtração por ser finamente particulado. Abaixo é mostrada uma adaptação de um equipamento de uso culinário para ser empregado em laboratório de ensino.



A centrífuga de cozinha mostrada acima é usada para escorrer a água retida em folhas de verduras recém-lavadas. Apresenta diâmetro de 22,5 cm, possui um eixo de rotação e é provida de uma cesta interna, acoplada à carenagem. Ao girar a manivela, a água é jogada para fora da cesta, eliminando-a dos vegetais. Essa centrífuga é encontrada em lojas de utensílios domésticos.

PREPARAÇÃO DO LEITO PARA ENCAIXE DOS TUBOS DE ENSAIO (VISTA POR CIMA DA CESTA)



Recorte dois pedaços circulares de borracha (usada em sola de botas, por exemplo). Cole um círculo no fundo da cesta do aparelho. Recorte no outro, quatro buracos retangulares (8 cm x 1,3 cm). Cole esse segundo círculo sobre o primeiro, já colado à cesta. As cavidades obtidas receberão os tubos de ensaio (de 7,5 cm x 1,3 cm). Nas bordas dessas cavidades, cole um pedaço de velcro (obtido em lojas de materiais de costura) de largura 2,0 cm. Mantenha as bocas dos tubos tampadas e voltadas para o centro da cesta.

ENCAIXE DOS TUBOS NA POSIÇÃO HORIZONTAL E O ACIONAMENTO DO APARELHO



O velcro serve para fixar o tubo de ensaio no leito, evitando seu deslocamento e a quebra. Coloque **sempre** os tubos aos pares, totalmente **vedados** e feche a centrífuga. Segure o conjunto com uma mão e com a outra faça o movimento de acionamento da centrífuga por meio da manivela. Para uma boa separação das fases, são necessários ao menos 3 minutos de acionamento. No detalhe, observe as fases separadas após uma centrifugação neste aparelho.

BANHO DE ÁGUA GELADA ALTERNATIVO

Este equipamento descrito a seguir tem o objetivo de substituir o uso de água da rede hidráulica em experimentos envolvendo destilações. A utilização da rede hidráulica em regiões carentes de água é imprópria para refrigerar o condensador durante uma destilação. Além

disso, em situações de ausência de rede hidráulica, as destilações podem ser efetuadas com o banho de água gelada aqui descrito. Para sua confecção, serão necessários: uma vela de filtro, uma caixa de isopor pequena, um motor de lançar água no para-brisa de automóveis, duas seções de mangueira de gasolina para automóveis, uma pequena seção do mesmo tipo de mangueira (aproximadamente 5 cm) para conectar o reservatório à bomba, eliminador de pilhas (uma fonte de 500 mA ou 1000 mA e tensões de saída variadas – de 1,5 a 12 volts), fios, interruptor (opcional) e conectores elétricos.



Fotos: arquivo dos autores

Caixa de isopor pequena com um furo na tampa para colocar a mangueira de água (esq.). No fundo da caixa, há outro orifício para a passagem da água de refrigeração (dir.).



Fotos: arquivo dos autores

Vela de filtro (esq.) – removendo-se a cerâmica, obtém-se o **suporte** (centro) que será conectado ao fundo da caixa de isopor preso pela porca de plástico. Usando uma pequena seção de mangueira de gasolina, conecte o motor à caixa de isopor (dir.).



Foto: arquivo dos autores

Fonte de alimentação elétrica ou **eliminador de pilhas**.



Foto: arquivo dos autores

Veja a mangueira conectada na saída da água (lateral) do **motor**. A outra extremidade da mangueira é acoplada à entrada de água no condensador. O motor é acionado pela fonte ligada aos terminais presentes na parte inferior do motor.



Foto: arquivo dos autores

A **água gelada** sai do motor posicionado sob o reservatório de isopor e é direcionada até a entrada de água no condensador.



Foto: arquivo dos autores

Vista do conjunto para o funcionamento do **banho de água gelada**. Ligue o eliminador de pilhas em 12 volts, no máximo.



Foto: arquivo dos autores

A água, após sair do condensador, é dirigida ao **reservatório** de isopor por outra mangueira por meio do orifício feito na tampa da caixa.

Utilize uma quantidade de água gelada e gelo suficiente para preencher o condensador e metade do volume do reservatório de isopor. No decorrer da destilação, introduza mais gelo e drene uma quantidade equivalente em água de refrigeração. Esse procedimento visa manter adequada a temperatura da água circulante. Para drenar o volume de água necessário, apenas remova a seção da mangueira inserida na tampa do reservatório, descartando o volume de água desejado.

A circulação de água no condensador pode ser regulada pela voltagem utilizada no eliminador de pilha (fonte). Para moderar a velocidade da circulação da água, utilize voltagens mais baixas.

Observe que, no condensador, há o contrafluxo entre o líquido destilado e a água refrigerante, que entra fria pela extremidade do condensador.

CONDENSADOR ALTERNATIVO DE PVC

MATERIAIS

- um tubo de PVC de 15 cm e ½ polegada de diâmetro.
- duas conexões em “T” de PVC de ½ polegada de diâmetro.
- 40 cm de tubo de cobre ou alumínio, de 0,9 cm de diâmetro externo. Tubos de cobre são encontrados em lojas de materiais para refrigeração e os de alumínio são os usados em antenas de televisão.
- dois tubos menores, de 5 cm, de cobre ou alumínio, de diâmetro externo de 0,9 cm.
- mangueira de gasolina ajustável aos tubos de cobre.
- furadeira elétrica com broca compatível (ou furador para cortiça).
- quatro rolhas de cortiça.
- fita de TEFLON® (fita veda rosca).



1. Materiais utilizados. Os tubos de cobre de 5 cm são atravessados na rolha e servirão de entrada e saída da água de refrigeração.



Fitas de TEFLON® (PTFE)
PoliTetraFluorEtileno



2. As peças estão prontas para serem encaixadas. Observe o tubo interno de cobre com uma curvatura para a saída do destilado. As rolhas são furadas com furadores de rolhas ou furadeira elétrica.



4. Utilize mangueira de gasolina para conectar o condensador ao balão de destilação.



3. Conjunto encaixado pronto para ser usado. À esquerda, a entrada de água de refrigeração e à direita, a saída dessa água.



5. Se necessário, use veda rosca para o perfeito encaixe das rolhas no T, evitando o vazamento da água de refrigeração.

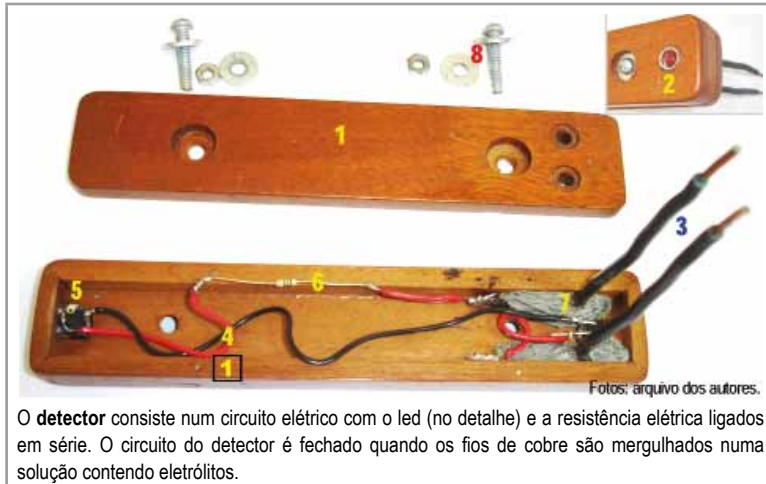
DETECTOR DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O DETECTOR DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA da foto ao lado, empregado na verificação de condutividade elétrica em materiais e usado na EXPERIÊNCIA 13 para observar se há tal condutividade em algumas soluções e metais, apresenta seu corpo e tampa (1) confeccionados em madeira. Tem como componentes um *led* (2), dois pedaços de fio grosso (4 mm²) de cobre de aproximadamente 15 cm e desencapados nas pontas (3), fios conectores finos (0,50 mm²) de cobre* (4), *plug* fêmea para acoplar o pino do eliminador de pilha (5), uma resistência elétrica de 150 ± 7,5 ohms (6), cola epóxi (7), parafusos com porcas e arruelas (8) e solda de estanho.

O equipamento em questão é de simples montagem e emprega componentes de baixo custo e acessíveis em lojas de materiais eletrônicos. Agrega segurança no trabalho em laboratório quando comparado a um circuito convencional com voltagem igual ao da rede elétrica, pois emprega corrente de baixa intensidade proveniente de um eliminador de pilhas (fig. abaixo à esquerda) por meio de um *plug* fêmea específico (fig. ao lado).

Montado originalmente com lâmpada de lanterna de 3 volts não requer o uso da resistência elétrica. Devido à atual disponibilidade de *led* e à diminuição do uso de lâmpadas com filamento incandescente, apresentamos este modelo que emprega o *led* como componente.

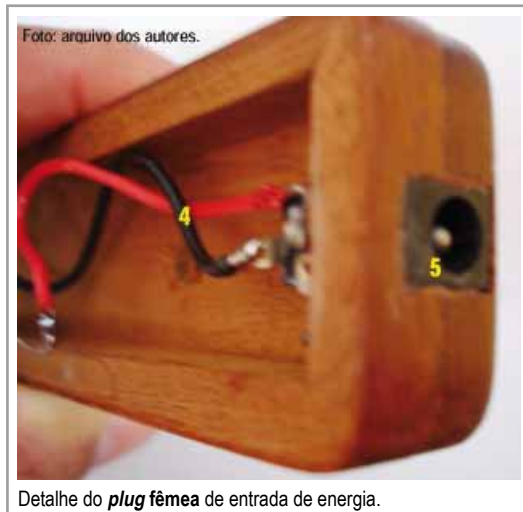
O detector é utilizado mergulhando as extremidades dos fios na solução a ser analisada. Se a solução contiver íons dissolvidos, haverá o fechamento do circuito e a lâmpada acenderá (fig. abaixo à direita); em materiais sólidos, basta encostar ambos os filamentos na superfície desses materiais.



O **detector** consiste num circuito elétrico com o *led* (no detalhe) e a resistência elétrica ligados em série. O circuito do detector é fechado quando os fios de cobre são mergulhados numa solução contendo eletrólitos.



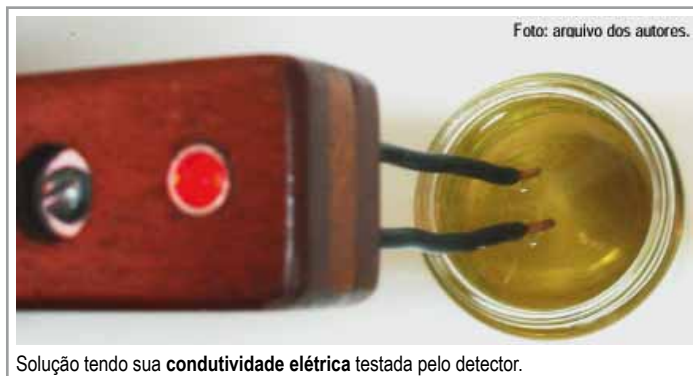
Detalhe da **resistência elétrica** e suas conexões.



Detalhe do **plug fêmea** de entrada de energia.



O equipamento é conectado a um **eliminador de pilhas** de 1,5 a 3,0 volts. A utilização de baixa voltagem é indicada em função da elevada sensibilidade do *led*.



Solução tendo sua **condutividade elétrica** testada pelo detector.

* O fio elétrico utilizado é do tipo empregado para instalar equipamentos de som em automóveis.

COMO FAZER UMA TROMPA DE VÁCUO



1. Materiais: mangueira de 20 cm e diâmetro interno de 1/4", 1 cm de mangueira 1/4" (diâmetro interno), 1 cm de mangueira 1/4" (diâmetro externo), um canudo de plástico de conta gotas (7 cm), um grampo para cabelo grande aberto, um T hidráulico de 1/2" e mangueira para conexão com a torneira. Observe no detalhe os segmentos de 1 cm de mangueira.



2. Encaixar o pequeno pedaço de mangueira na parte superior do tubo de conta-gotas. Como o tubo é levemente afunilado, encaixe a mangueira de baixo para cima. Se necessário, utilize um pouco de sabão para facilitar o encaixe.



3. Numa extremidade da mangueira de 20 cm, encaixar um pequeno pedaço de 1 cm de mangueira mais fina até que as extremidades das duas mangueiras se nivelem. Essa extremidade será conectada à saída do T.



4. Na outra extremidade da mangueira, inserir o grampo aberto de maneira que a pressão do grampo sobre a parede interna da mangueira o mantenha fixo.



5. Encaixar totalmente o tubo de conta-gotas numa extremidade do T (entrada da água da torneira). A mangueira maior, com o pequeno pedaço de 1 cm já inserido, deverá ser conectada à outra extremidade do T (saída da água da torneira).



6. Conjunto acoplado à torneira. A saída lateral deve ser conectada, com mangueira rígida, ao sistema de filtração ou destilação, conforme o uso.



7. Conexão entre a trompa de vácuo e o sistema de filtração pela saída lateral do T da trompa, utilizando-se uma mangueira de 1/2" (diâmetro interno).



8. A conexão pode ser feita com uma válvula de gás utilizada em *camping*. Um pequeno pedaço de mangueira para gasolina (1 cm) foi utilizado na redução.



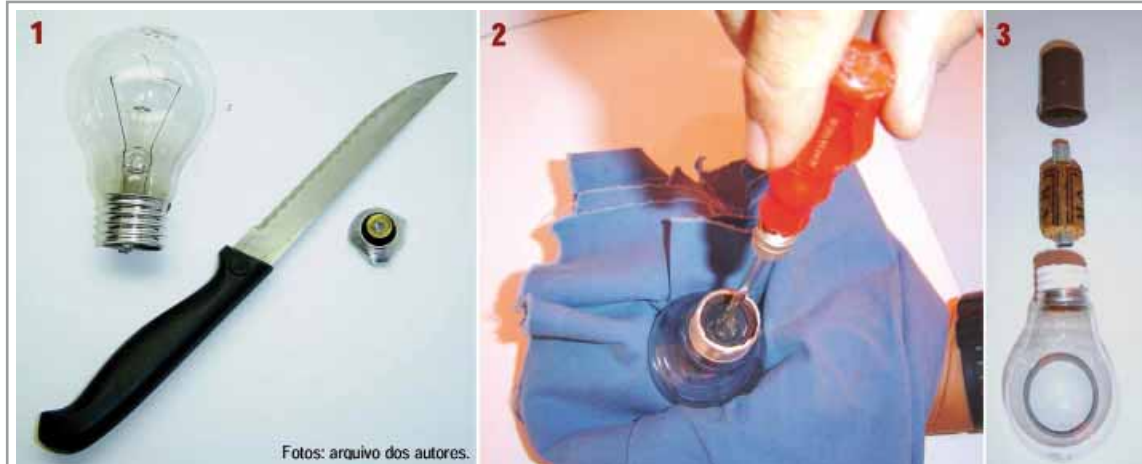
9. Detalhe da conexão entre a trompa e o sistema de filtração a vácuo. Essa válvula é encontrada em lojas de materiais de refrigeração ou de *camping*.



10. Detalhe da saída lateral do T da trompa e a conexão com o filtro.

EQUIPAMENTOS ALTERNATIVOS PARA DESTILAÇÃO

Os equipamentos e montagens sugeridas a seguir têm por objetivo realizar destilações simples e fracionadas de soluções aquosas, que não contenham materiais que possam atacar as paredes de PVC e os metais empregados nessa montagem. Essas limitações têm como contrapartida a acessibilidade dos materiais e seu baixo custo.



1. Um balão para destilação pode ser obtido a partir de uma lâmpada comum: serre a parte superior do soquete da lâmpada, utilizando uma faca com serra (figura 1). Com uma chave de fenda, quebre o miolo da lâmpada com suaves batidas e remova o material (figura 2). Utilize uma lixa para retirar as rebarbas de metal após a serragem; envolva a parte metálica com veda rosca. Feche a lâmpada com uma rolha de cortiça. Deve-se furar* a rolha e acoplar um tubo de antena de TV (rolha adaptadora, mostrada na figura 3). Ligue o conjunto à luva de conexão de PVC, que será ligada à coluna de fracionamento ou ao condensador.

* A rolha pode ser furada com o próprio tubo metálico ou, cuidadosamente, com um furador de rolhas.



2. A coluna de fracionamento: use um tubo de 20 cm de PVC (de ½ polegada). Enrole metade de uma lâ de aço e coloque-a dentro do tubo de PVC, preenchendo-o por toda a sua extensão.



3. Condensador: feito com uma garrafa plástica por onde é passado um tubo de alumínio (de antena de TV, por exemplo). Esse tubo é fixado nas extremidades da garrafa com rolhas de cortiça furadas com um furador de rolhas. A entrada e a saída de água de refrigeração são feitas com bicos de câmaras de ar de motocicletas (sem o miolo), vedados com porcas metálicas e arruelas de borracha.

EQUIPAMENTOS ALTERNATIVOS PARA DESTILAÇÃO



Foto: arquivo dos autores.

4. A coluna de fracionamento é fixada ao suporte universal por meio de garras feitas com porcas e arruelas, cantoneiras de cortinas e abraçadeiras para mangueiras de gás. As cantoneiras foram alinhadas e torcidas facilmente, com o auxílio de martelo e alicates, devido à elasticidade do material. As garras são fixadas à haste por meio de porcas e arruelas, que são apertadas uma contra a outra mantendo a garra fixa entre as duas porcas. A outra extremidade da garra é fixada à coluna de fracionamento por meio da abraçadeira.



Foto: arquivo dos autores.

5. O suporte universal foi confeccionado com uma base de madeira (15cm x 20cm x 4cm) e um vergalhão rosqueável de 5/16 polegada. A base e o vergalhão são unidos por duas arruelas e duas porcas, uma em cima e outra embaixo da base de madeira. Pode-se usar em substituição ao vergalhão uma haste de fixação de telhas de amianto, encontrada em lojas do ramo. Essa haste, de 60cm x 5/16 polegada, tem uma extremidade com rosca, que será usada para fixá-la à base.



Foto: arquivo dos autores.

6. Sistema de destilação fracionada alternativo. A coluna de fracionamento e o condensador são fixados, utilizando-se cantoneiras, abraçadeiras, porcas e arruelas. O balão (lâmpada) é ligado à coluna de fracionamento, empregando-se uma rolha perfurada e uma luva de PVC ($\frac{3}{4}$ para $\frac{1}{2}$ polegada). O termômetro é colocado por meio de uma rolha de cortiça e conectado à parte superior da conexão em T ("T"). Uma curva de 45° é ligada ao "T" e, com uma terceira rolha de cortiça, o conjunto é conectado ao condensador.



Foto: arquivo dos autores.

7. Destilação simples: o balão está conectado ao condensador por meio da rolha e os materiais de PVC; o redutor, o "T" e a curva. Observe o termômetro acoplado por meio de uma rolha perfurada, na saída superior do "T".



Foto: arquivo dos autores.

8. Resultado da destilação simples. O frasco da esquerda contém solução aquosa de sulfato de cobre, antes de ser destilada. À direita, o líquido colhido durante a destilação: a água destilada.

MÉTODO ALTERNATIVO PARA DESTILAÇÃO POR ARRASTE DE VAPOR

A montagem dessa destilação requer: o frasco gerador de vapor, o frasco para o material, o condensador e o frasco de recolhimento do óleo essencial. Os suportes, as garras e a lamparina também foram confeccionados com materiais alternativos. Podem ser extraídos óleos essenciais de materiais como cascas de cítricos, folhas de eucalipto, cravo da Índia, capim-limão e outros vegetais que apresentem características odoríferas.



1. A destilação por arraste de vapor: o frasco gerador de vapor é uma lâmpada incandescente cujo miolo foi removido (vide confecção na página 133), e que deve ser preenchido, no máximo 60% de sua capacidade, com água. O aquecimento desse frasco deve ser feito com lamparina a álcool. Um frasco com tampa de metal (vidro de conservas) é utilizado para acomodar o vegetal usado na extração do óleo essencial. As conexões são feitas com tubos de cobre ou alumínio. Finalmente, os vapores são levados até o condensador por um tubo de cobre. O material condensado é então recolhido em um frasco coletor.



5. O tubo que conduz o vapor de água deve chegar próximo do fundo do frasco. Desse modo, os vapores injetados irão ascender pela massa de material particulado, arrastando os compostos voláteis nele contidos. O calor fornecido pelo vapor de água injetado e pelo banho de água fervente permite a volatilização desses compostos. A conexão à direita leva os vapores até o condensador, onde serão transformados em líquidos e posteriormente recolhidos no frasco coletor.

OBSERVAÇÃO: FRASCOS DE CONSERVA SUPORTAM AQUECIMENTO À TEMPERATURA DA ÁGUA EM

EBULIÇÃO, MAS NÃO DEVEM APRESENTAR TRINCAS OU RISCOS A FIM DE NÃO COMPROMETER A SEGURANÇA DO PROCEDIMENTO.



7. O material contido no frasco deve ser mantido aquecido durante toda a destilação com um banho de água em ebulição. Esse aquecimento deve ser iniciado ANTES do fornecimento de vapor pelo balão gerador a fim de evitar condensação prematura de vapor nesse. O aquecimento do banho deve ser feito por um dispositivo que permita a ebulição da água do banho, como o fogareiro a gás mostrado ao lado. Mantenha, no nível máximo, essa água aquecida para minimizar a condensação de vapores nas paredes internas do frasco. Isso leva a uma maior eficiência na extração do óleo essencial.



2. Dois ou três furos (caso use termômetro) feitos na tampa do frasco que contém o vegetal, empregando furador para couro, martelo e base de madeira.



3. Os furos são preenchidos com as tampas de vidros de medicamentos injetáveis, furadas no centro. Pelos orifícios, passam, justos, os tubos e, ser for o caso, o termômetro. Observe o anel de vedação da tampa metálica que evita a perda de vapores.



4. Tubos e termômetro passam pela borracha sob leve pressão, garantindo vedação. Faça furos de menor diâmetro que o dos objetos inseridos.



6. Coloca-se o vegetal em pequenos pedaços no frasco, onde um bastão, por exemplo, reserva o espaço para inserir o tubo de cobre por onde chegarão os vapores até o fundo.

O termômetro inserido no material a ser extraído é importante para monitorar a temperatura no recipiente que contém o vegetal. O aquecimento, cuja temperatura não ultrapassa o valor do ponto de ebulição do líquido mais volátil – no caso a água, é controlada pela chama do banho-maria. O termômetro pode ser suprimido do procedimento, mas, neste caso, deve-se atentar para evitar, tanto quanto possível, a condensação de vapores no interior do frasco. Repare, nas fotos acima, que a **tampa branca** do frasco tem dois orifícios e é empregada na destilação sem a utilização do termômetro.

DISPOSITIVO ALTERNATIVO PARA UMA DESTILAÇÃO A VÁCUO



1. A destilação a vácuo com equipamentos alternativos (da direita para a esquerda): aquecimento com lamparina a álcool, frasco de destilação, termômetro, condensador, frasco coletor e frasco de segurança conectado à válvula para gás e, essa, à trompa de vácuo. Os dispositivos são conectados com tubos de cobre e mangueira para gasolina. Utilize tela de amianto para o aquecimento ou um banho-maria.

O equipamento para destilação a vácuo, aqui apresentado, permite demonstrar como funciona esse tipo de destilação empregando materiais que respeitem a natureza dos componentes da montagem. Nesse sentido, a solução a ser destilada não deve agredir borrachas e metais, principalmente. O aquecimento usado nessa destilação é normalmente brando porque o vácuo diminui o ponto de ebulição dos líquidos. Assim, um banho-maria, em geral, é suficiente para o procedimento.



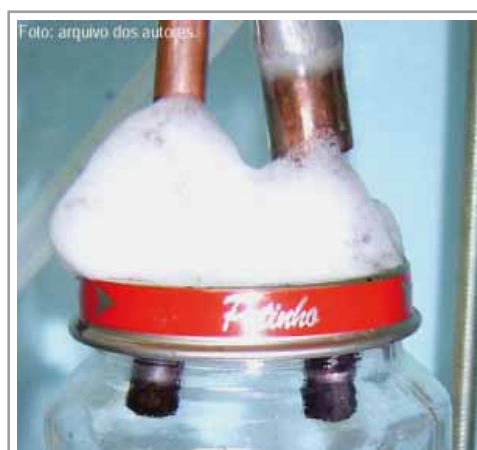
2. Frasco do sistema de destilação a vácuo – foi usado frasco de produtos alimentícios e a vedação feita com tampas de borracha perfuradas de frascos de medicamentos injetáveis.



3. Detalhe da tampa do frasco coletor cujas vedações são análogas às utilizadas nos frascos de destilação e de segurança.



4. Detalhe da vedação dos tubos no frasco. Foi usado um recipiente de papinha para bebê. Na tampa metálica, foram feitos dois furos com auxílio de um martelo e furador, encontrados em lojas de ferragens. Note que as borrachas de vedação são encaixadas nos furos feitos na tampa do frasco. Os tubos de cobre passam pelo orifício através das borrachas de vedação.



5. A foto mostra a verificação de vazamentos através do uso de espuma de sabão antes de efetuar a destilação. A vedação é de suma importância quando se utiliza vácuo.

EQUIPAMENTOS PARA EXPERIMENTOS EM FASE GASOSA

O equipamento empregado na EXPERIÊNCIA 18 para o estudo de transformações de gases sob volume constante (foto ao lado) é um extintor de incêndios de automóvel do qual foi retirado o pó químico e introduzido apenas gás nitrogênio (propelente). Essas operações devem ser realizadas em oficinas de manutenção de extintores. Nesse equipamento, o manômetro, original do extintor, foi substituído por outro de maior precisão, o que facilita a observação da medição. Os manômetros são encontrados para venda em ferramentarias ou em lojas de equipamentos para gases.

O manômetro da fotografia mostrada ao lado apresenta escala de 0 - 15 psi (0 - 1,0 Kgf.cm⁻²) e se encontra conectado ao cilindro por meio de um segmento de mangueira de borracha rígida e duas abraçadeiras.



O equipamento, preso a uma haste metálica de sustentação, tem a ele acoplado um **termômetro** convencional de laboratório cuja escala tenha capacidade de medir temperaturas abaixo de 0°C.

FRASCO MEDIDOR DE VOLUME DE GASES

O frasco usado na EXPERIÊNCIA 19 (fotografia ao lado) tem o seu uso indicado como alternativa a uma proveta ou pisseta graduadas. Para tal, pode-se empregar um frasco de plástico translúcido de 500 mL (de *shampoo* ou antisséptico bucal).

O frasco foi graduado, utilizando volumes de 50 mL de água, medidos em uma seringa descartável, e introduzidos no frasco que estava apoiado sobre uma superfície horizontal. Em seguida, o nível da água foi marcado na superfície do frasco, utilizando uma caneta para transparência de retroprojektor (podem ser usadas também canetas para marcar CD/DVD). Anote no frasco os volumes correspondentes às graduações efetuadas.



Foto: arquivo dos autores.

Seringas descartáveis de diferentes volumes podem ser empregadas na graduação do frasco medidor de volume de gases.



Foto: arquivo dos autores.

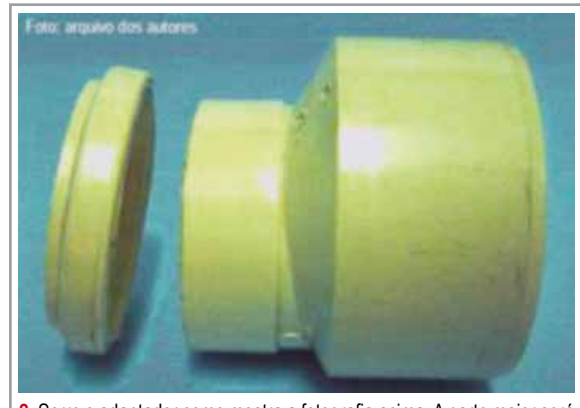
Frasco graduado alternativo para medir **volume** de gases; o frasco deve estar cheio de líquido e a boca submersa no líquido contido na bacia.

SISTEMA ALTERNATIVO DE FILTRAÇÃO A VÁCUO

Este equipamento somente deve ser empregado para filtrações em meio aquoso devido à natureza do material (tubos de outros componentes de PVC e anel de vedação de borracha) de que é constituído.



1. Materiais: (a) adaptador de 4 pol. para 3 pol. (b) extremidade de encaimento de 18 cm de comprimento e $\varnothing = 4$ pol., (c) tampa de encaimento para tubo de $\varnothing = 4$ pol., (d) ralo para o adaptador (e) anel de vedação de borracha e (f) bico de câmara de ar de motocicleta (sem a válvula) com arruelas e porca. Obs.: \varnothing = diâmetro externo.



2. Serre o adaptador como mostra a fotografia acima. A parte maior será utilizada como recipiente receptor da suspensão a ser filtrada. A seção menor é descartada.



3. Fixe o ralo ao adaptador obtido como mostrado na fotografia anterior, utilizando cola para PVC. A cola deve ser aplicada em toda a extensão de contato entre o ralo e a parede interna de modo a evitar vazamentos.



4. Fixe o bico de pneu de motocicleta a cerca de 2 cm da extremidade mais larga do tubo, logo abaixo do espaço para acomodação do anel de borracha para vedação. Para isso, faça um orifício ligeiramente maior do que o diâmetro do bico e insira-o conforme mostra a fotografia. Use a porca e arruelas para a fixação.



5. Acomode o anel de borracha para vedação no tubo e encaixe o adaptador já com o ralo fixado. Encaixe a parte inferior do tubo na tampa de encaimento. Use fita vedarosa para eliminar eventuais vazamentos no encaixe da porção inferior do equipamento.



6. Conjunto montado pronto para ser conectado à trompa de vácuo. Durante a filtração, a parte superior do equipamento deve ser pressionada contra o anel de borracha de modo a se obter uma boa vedação.



7. Vista do conjunto montado e devidamente conectado à trompa de vácuo. Use filtro de papel para coar café recortado em disco. Esse disco deve ter um diâmetro tal que, quando apoiado no ralo, não encoste sua borda na parede interna do equipamento e também não deixe expostos os orifícios do ralo. Terminada a filtração, devem ser removidos o sólido e o líquido filtrados e o equipamento imediatamente lavado.

FURADOR DE ROLHAS

Frequentemente em laboratórios de química torna-se necessário o uso de rolhas de cortiça ou borracha perfuradas para conexões e também para a adaptação de termômetros nos aparelhos de destilação. As rolhas perfuradas permitem conectar os componentes como condensador, balão de destilação e coluna de fracionamento descritos nas seções de equipamentos alternativos para os diferentes tipos de destilação (páginas 133 a 136) propostos neste livro.

Os materiais alternativos mais comuns que podem ser empregados como dutos atravessados na rolha são, em geral, tubos metálicos de cobre ou alumínio. Os primeiros são tubos usados em refrigeração e os de alumínio usados em antenas de televisão. Menos comuns são os tubos de latão cromado de antenas de rádio ou televisão.

As rolhas de cortiça são encontradas com maior facilidade, pois são empregadas para tampar garrafas ou garrafões de bebidas alcoólicas, geralmente de vinho. Considerando a disponibilidade desse material, é indicado o seu uso como matéria-prima para fabricar tais conexões de cortiça perfurada.

Essas rolhas apresentam um diâmetro aproximado de 20 mm na sua seção inferior, o que delimita o diâmetro do tubo a ser fixado na rolha. Os diâmetros externos dos tubos podem variar entre 6 e 10 mm.

Tendo em vista os aspectos apresentados, pode-se sugerir a montagem de um furador de rolhas para essa finalidade. Para tanto, é necessário o auxílio de um técnico serralheiro.



Foto: arquivo dos autores.

Rolhas de cortiça, usadas para vedar garrafas de bebidas, podem ser usadas para efetuar conexões em aparelhos alternativos de laboratório.

1. Materiais: (a) tubos de latão de vários diâmetros (de 6 a 10 mm) e 10 cm de comprimento. Prefira aqueles de menor espessura de parede (0,5 mm) – minimizam o atrito com a rolha produzindo furos mais perfeitos. (b) barras de metal (por exemplo: latão, ferro ou alumínio) de 4 mm de diâmetro e 6 cm de comprimento, constituintes da parte superior em T.



Fotos: arquivo dos autores.

3. Como furar uma rolha: (a) coloque a rolha em água fervente (com a ajuda de um aquecedor elétrico como na foto à esquerda) por 5-10 minutos. Essa operação tem como objetivo tornar a cortiça mais volumosa, macia e elástica, prevenindo a sua rachadura durante o procedimento; (b) retire a rolha da água fervente com a ajuda de um pegador. Apoie sua extremidade mais larga sobre uma superfície de madeira plana e macia (pinho, por exemplo) para proteger o extremo afiado do furador; (c) apoie a extremidade afiada do furador de rolhas no centro da extremidade mais estreita dessa rolha; (d) proceda girando o furador, na vertical, em movimentos de vaivém contínuos, pressionando-o ao mesmo tempo, de modo suave contra a rolha, até sentir que ela foi totalmente atravessada (quando o furador tocar na madeira de apoio); (e) retire o furador da rolha suavemente em movimentos de vaivém e, por fim remova os resíduos retidos dentro do furador com ajuda de um pedaço de arame. No detalhe, a rolha furada.

Dica: pode-se usar glicerina (facilmente encontrada em farmácias) como lubrificante para facilitar a perfuração da rolha.



Fotos: arquivo dos autores.

2. Confecção: (a) fazer dois furos numa das extremidades do tubo de latão de modo a permitir o encaixe da barra de latão de 5 mm de espessura. (b) a barra de latão é transpassada através dos furos, formando um T. (c) as extremidades da barra de latão são recobertas por pedaços de mangueira de borracha*, dando melhor acabamento e proteção às mãos e fixando o travessão no furador. (d) o extremo oposto à empunhadura deverá ser afiado para permitir o corte fácil da cortiça. Isso pode ser executado com uma lima ou pedra de esmeril. Melhor resultado pode ser obtido com a utilização de um torno mecânico operado por um técnico capacitado.

* Neste exemplo foi usada uma mangueira de injeção de combustível para carburador de automóvel, de diâmetro externo 6,5 mm e parede de espessura 1,5 mm.



Foto: arquivo dos autores.

Acoplador alternativo.

Ao lado, um tubo de alumínio (seção de antena de televisão) atravessando a rolha já perfurada. Esta peça foi empregada para acoplar um balão de destilação alternativo (adaptado a partir de uma lâmpada incandescente, páginas 133 e 134) a uma coluna de fracionamento alternativa.

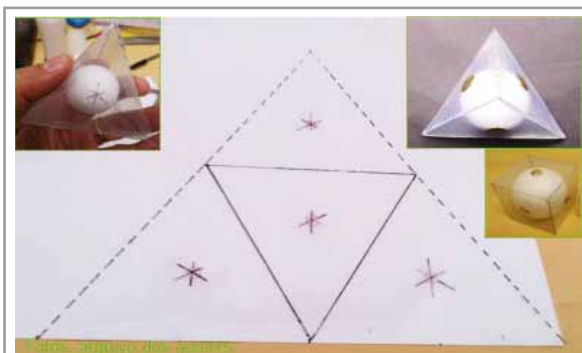
MODELO PARA REPRESENTAÇÃO DE MOLÉCULAS



1. Materiais: bolas de isopor de diferentes tamanhos, pegabalaço, cola para isopor, pincéis marcadores permanentes (pincéis atômicos) de diferentes cores, furador de rolhas, isolante térmico de isopor para garrafa de cerveja (para o anel aromático), placa de isopor de 1,5 cm de espessura (para os orbitais p e π), régua, transferidor, paquímetro, estilete, tesoura, percevejo, lâmina transparente de plástico flexível (capa para encadernação) tintas para tecido de várias cores e pincéis.



2. Preparação dos encaixes: com o auxílio do estilete remover cuidadosamente o encaixe da vareta do pegabalaço.



3. Orientação dos encaixes: montar um cubo de arestas de 5 cm (para esferas de 5 cm de diâmetro) e um tetraedro de arestas de 8 cm (para esferas de 3,5 cm de diâmetro) com lâminas de plástico. Acima, imagem do tetraedro feito a partir de um triângulo equilátero de 16 cm de lado. Recorte nas linhas pontilhadas e dobre nas linhas cheias. Os átomos terão seus encaixes orientados pelo centro das faces dos sólidos, marcados com percevejos.



4. Inserção dos encaixes: furar as esferas e fixar os encaixes das ligações usando cola de isopor, sempre alinhados ao centro das esferas.

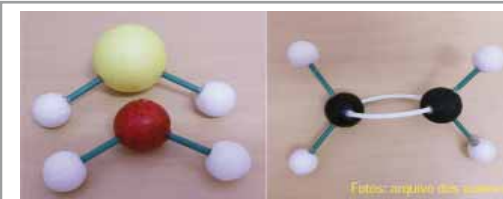
5. Cores e tamanhos das esferas de isopor: cada elemento químico tem uma cor padrão de acordo com a tabela abaixo. O tamanho das esferas existentes no mercado foi relacionado ao nível dos elementos químicos na tabela periódica, apesar desse modelo não possuir precisão quanto às dimensões de seus componentes (varetas e esferas).

ELEMENTO QUÍMICO	POSIÇÃO NA TABELA PERIÓDICA	DIÂMETRO DA ESFERA (cm)	COR DA ESFERA
Hidrogênio	Nível 1	2,5	branco
Flúor	Nível 2	3,5	verde claro
Oxigênio	Nível 2	3,5	vermelho
Nitrogênio	Nível 2	3,5	azul
Carbono	Nível 2	3,5	preto
Cloro	Nível 3	5,0	verde escuro
Enxofre	Nível 3	5,0	amarelo
Fósforo	Nível 3	5,0	púrpura
Silício	Nível 3	5,0	cinza
Bromo	Nível 4	6,0	castanho
Iodo	Nível 5	7,5	violeta
Metal	Variável	6,0	dourado

Fonte: Química Nova, n.6, v.22, p.903 – Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de Química; M. B. Lima e P. de Lima-Neto.



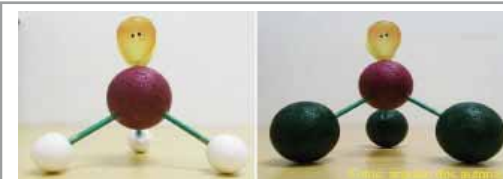
6. As ligações: as varetas são cortadas em tamanhos adequados para representar as ligações entre os átomos. Foram seccionadas em 3, 4, 5, 6 e 7 cm. Ao lado, sequência de HX (X = halogênio) com hastas de 3 a 6 cm, proporcionais aos tamanhos dos átomos dos halogênios.



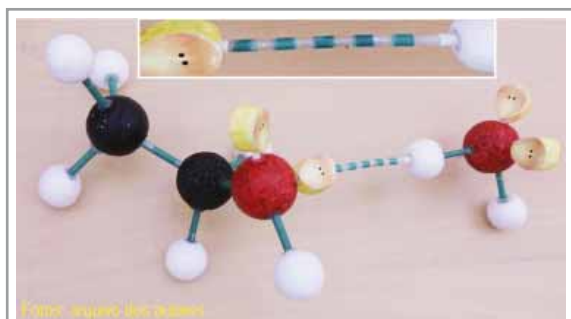
7. Exemplos de moléculas: acima à esquerda, modelos das moléculas de sulfeto de hidrogênio e da água. As duplas e triplas ligações podem ser representadas por hastas flexíveis de 7 cm, como a mostrada à direita, numa representação tradicional da molécula de etileno.



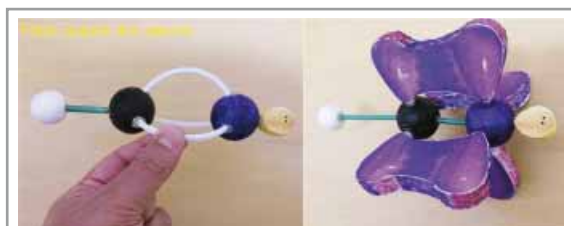
8. Pares de elétrons não ligantes: acima à esquerda, modelos que representam pares de elétrons não ligantes. À direita, o átomo de oxigênio da molécula de água com os seus dois pares de elétrons não ligantes. Eles são acoplados com hastas de 1 cm, de modo a ficarem embutidos nos respectivos encaixes do átomo e do par de elétrons.



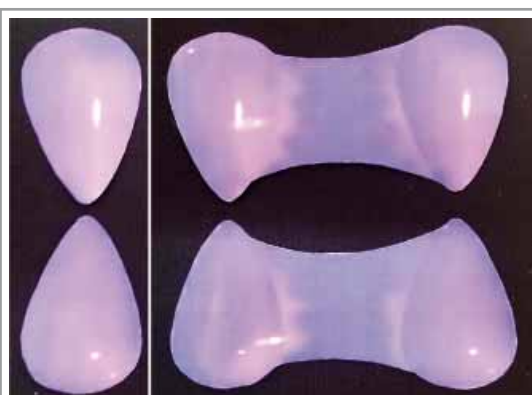
9. Exemplos de moléculas incluindo pares de elétrons não ligantes: este modelo permite a montagem de moléculas com o uso de pares de elétrons não ligantes, como nos modelos da fosfina (PH₃) e tricloreto de fósforo (PCl₃), acima.



10. Interação intermolecular de ponte de hidrogênio: foram colados segmentos de 5 mm de fita adesiva branca numa vareta verde de 6 cm, intercalando com espaço sem a fita. Essa haste representa a interação intermolecular entre um átomo de hidrogênio e um par de elétrons não ligantes. Excepcionalmente para esse fim, o átomo de hidrogênio e o par de elétrons apresentam encaixes extras (detalhe acima).



12. Representação tradicional e com orbitais de ligações π : acima à esquerda, a molécula de cianeto de hidrogênio com a tripla $C\equiv N$ por meio de hastes. À direita, a mesma molécula com ligações σ (haste verde) e ligações π . Na representação com hastes, foram usados átomos com encaixes em orientação espacial tetraédrica (sp^3) e naquela com ligações π , os átomos tem distribuição dos encaixes com orientação ortogonal (hibridação sp). Perceba os encaixes das ligações π nos átomos.



11. Orbitais p e ligações π : as figuras acima representam modelos de orbitais atômicos p (esquerda) e as ligações do tipo π p-p. Os recortes destas figuras foram colados em placas de isopor de 1,5 cm de espessura. Nas regiões pontiagudas destas montagens foram inseridos encaixes para acoplar aos átomos por meio de hastes de 1 cm (as mesmas usadas na representação do par de elétrons não ligantes). As imagens das fotografias acima foram obtidas do web site do livro Química Orgânica de Paula Yurkanis Bruice, 4ª edição, Editora Pearson – Prentice Hall, 2006.

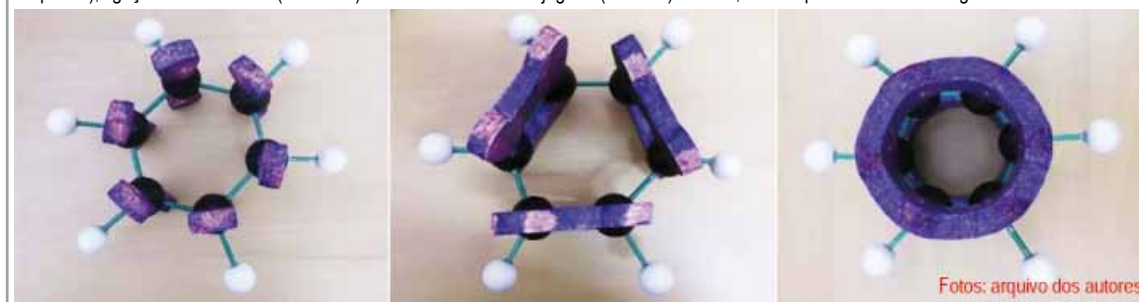


Fotos: arquivo dos autores

13. A dupla ligação: ao lado, a molécula de eteno, suas ligações σ e π entre os átomos de carbono. Os encaixes nos carbonos estão em orientação trigonal planar (ligações σ). Ortogonais a elas, os eixos para as ligações π dos carbonos sp^2 , por meio de hastes de 1 cm.



14. A molécula de benzeno: além da representação tradicional, utilizando apenas esferas e hastes nas ligações duplas carbono-carbono (como a molécula de eteno da figura do item 7), este modelo molecular permite a representação da molécula de benzeno por meio de orbitais p puros (à esquerda), ligações π alternadas (ao centro) e o sistema cíclico conjugado (à direita). Abaixo, vista superior destas montagens.



Fotos: arquivo dos autores

Como foram confeccionados os orbitais de ressonância do benzeno (à direita): estes orbitais foram montados recortando, inicialmente, duas seções de 5 cm de altura de um isolante térmico de isopor para garrafas de cerveja. As figuras dos orbitais π foram recortadas e coladas sobre as superfícies internas e externas das seções de isopor de modo a cobri-las, distribuindo as imagens de cada orbital p distanciados de 60° um do outro. Então, os cilindros obtidos foram marcados nos dorsos (com caneta, por exemplo), dividindo o círculo em 6 partes. Tais linhas permitiram a localização de cada um dos orbitais colados. Repare que no interior da estrutura foram necessários ajustes dos recortes colados para coincidirem com as dimensões da parte externa. Após coladas as figuras nas superfícies, recortaram-se os cilindros de isopor seguindo o contorno das figuras coladas. Depois, foram aplicados os encaixes como descrito no item 11 para a ligação π .

Para facilitar o trabalho de montagem, ao final deste livro, encontram-se as imagens de modelos de orbitais p, π e pares de elétrons não ligantes, nas dimensões em que foram utilizados nestes modelos.

REFERÊNCIAS

- ABC. *Clouds*. Sydney, 2008. Disponível em: <www.abc.net.au/science/photos/clouds>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- ACETILENO. 25 maio 2010. Produtos. Disponível em: <http://argases.com.br/www.argases.com.br/PRODUTOS/Entradas/2010/5/25_ACETILENO.html>. Acesso em: 24 jul. 2015.
- ALBATROZ TURISMO. *Cachoeiras e alambiques*. Disponível em: <http://albatrozparaty.com.br/textogerallist.asp?key_m=6>. Acesso em: 22 jul. 2015.
- ALDRICH. *Catálogo e manual de reagentes químicos finos*. São Paulo: Sigma-Aldrich, 1999.
- ALLINGER, N. et al. *Química orgânica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978.
- ALMÍSCAR. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Alm%C3%ADscar>>. Acesso em: 22 jul. 2015.
- ALVES, L. Contaminação por mercúrio. [1997]. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/contaminacao-por-mercuro.htm>>. Acesso em: 24 jul. 2015.
- AMARAL, L. H. "Justiça ecológica" começa a condenar no Amazonas. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 16 mar. 1998. Meio ambiente.
- ARANTES, P. R.; BARROS, R. P. de. Seção pergunte aqui. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 21 jun. 2001. Caderno Equilíbrio, p.5.
- ARDLEY, N. *Dicionário temático de ciências*. São Paulo: Scipione, 1997.
- ARRUDA, A. Terapia com água mineral auxilia tratamento médico. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.6-8, 23 jan. 2003.
- ATKINS, P.; JONES, L. *Chemistry Molecules, Matter and Change*. New York: W. H. Freeman and Company, 1997.
- AURORA Boreal e aurora austral. 19 fev. 2008. Disponível em: <<http://roseflores.blogspot.com.br/search?q=aurora+austral>>. Acesso em: 24 jul. 2015.
- AVANCINI, M. Exame mostra que motorista de Diana estava alcoolizado. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 2 set. 1997. Caderno Mundo, p.13.
- AZEITE. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Azeite>>. Acesso em: 15 jul. 2015.
- BELTRAN, M. H. R. Destilação: a arte de "extrair virtudes". *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.4, p.24-27, nov. 1996.
- BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. *Química: série formação geral*. São Paulo: Cortez, 1991.
- BERNARDINO, E. *Cavernas: qual iluminação usar?* 18 out. 2011. Disponível em: <<http://www.caravanadaaventura.com.br/mao-na-corda/artigos/item/qual-a-melhor-iluminacao-para-a-pratica-da-espeleologia-eletrica-ou-carbureto>>. Acesso em: 27 jul. 2015.
- BESSLER, K. E.; NEDER, A. de V. F. *Química em tubos de ensaio*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- BIODIESEL BRASIL. Disponível em: <<http://www.biodieselbrasil.com.br/fotos.asp>>. Acesso em: 24 jul. 2015.
- BODY ODOR. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Body_odor>. Acesso em: 23 jul. 2015.
- BOLÍVIA EXCEPCIÓN. *Visite du département de Potosí, Bolivie: guide de voyage*. Disponível em: <<http://www.bolivia-excepcion.com/regions-bolivie/departement-potosi>>. Acesso em: 28 jul. 2015.
- BRAATHEN, P. C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.5, p.3-5, maio 1997.
- BRANCO, S. M. *Água: origem, uso e preservação*. São Paulo: Moderna, 1993.
- BRANCO, S. M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Moderna, 1990.
- BRANCO, S. M.; CAVINATTO, V. M. *Solos: a base da vida terrestre*. São Paulo: Moderna, 1999.
- BRANCO, S. M.; MURGEL, E. *Poluição do ar*. São Paulo: Moderna, 1995.
- BRITO, M. A. et al. *Acidez titulável*. Brasília, DF: Agência de Informação Embrapa, Agronegócio do leite, [1995]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_194_21720039246.html>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- BRUCE, P. Y. *Química orgânica*. 4. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.
- CAIO JÚNIOR, J. S.; CAIO, H. V. *Colesterol e triglicérides*. 2011. Disponível em: <www.colesteroltriglicerides.blogspot.com>. Acesso em: 24 jul. 2015.
- CALSAVARA, K. Hora de economizar em casa e na escola. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.F6, 26 maio 2001.
- CAMARGO. *Carbureto de cálcio lata 25kg*: White Martins. Disponível em: <<http://acamargo.com/1869843-produto-carbureto-de-calcio>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

CAMARGOS, D. Pedras malditas: exploração de diamantes perpetua guerras e alimenta a barbárie no continente. *Veja*, São Paulo, p.72-73, 3 nov. 1999.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. *Adubação em tempos de crise*. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Adubacao/index.htm>. Acesso em: 12 jun. 2015.

CANTO, E. L. *Minerais, minérios, metais, de onde vem?* Para onde vão? São Paulo: Moderna, 2004.

CARDOSO, C. Cai produção de óleo de pau-rosa, usado no Chanel nº 5. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.B12, 9 jul. 2002.

CENTRAL DE NOTÍCIAS. Pista central da Marginal Tietê é liberada após limpeza de produto químico. *Estadão*, São Paulo, 3 dez. 2011. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,pista-central-da-marginal-tiete-e-liberada-apos-limpeza-de-produto-quimico,806225>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

CERVO-ALMISCARADO-SIBERIANO. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cervo_almiscarado-siberiano>. Acesso em: 22 jul. 2015.

CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 1994.

CICLO HIDROLÓGICO. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hidrol%C3%B3gico>. Acesso em: 14 jul. 2015.

CLEMENTE, I. Mortandade de peixes atinge lagoa Rodrigo de Freitas, no RJ. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.C6, 22 fev. 2001a.

CLEMENTE, I. Óleo vaza de plataforma da Petrobras. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A1, 13 abr. 2001b.

COBRE. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cobre_-_/media/File:ProduccionMineralCobre_1900_2004.png>. Acesso em: 14 jul. 2015.

COELBA. *Instalações elétricas*. 22 jul. 2014. Disponível em: <<http://servicos.coelba.com.br/residencial-rural/Lists/DicasDeEconomiaResidencial/DispForm.aspx?ID=5>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

COLLUCCI, C. Soda cáustica causa lesão grave em criança. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p. C7, 25 maio 2003.

CONVERSOR CATALÍTICO. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Conversor_catal%C3%ADtico>. Acesso em: 21 jul. 2015.

[DA REDAÇÃO; AGÊNCIAS INTERNACIONAIS]. Protocolo de Kyoto agora está 'ratificável'. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A13, 26 jul. 2001.

[DA REPORTAGEM LOCAL]. Sem reciclagem, país perde R\$ 4,6 bi por ano. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 4 out. 1998. Caderno 3, p.2.

[DA REPORTAGEM LOCAL; AGÊNCIAS INTERNACIONAIS]. EUA abandonam tratado sobre o clima. Foto Associated Press. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A13, 29 mar. 2001.

DANTAS, J. J. *Alcoolismo*: um tema de atualidade. Disponível em: <www.reservaer.com.br/saude/alcoolismo.html>. Acesso em: 1 ago. 2015.

DAS AGÊNCIAS INTERNACIONAIS. Visual. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A1, 3 abr. 2001.

DCNATURE. *Photos*. Disponível em: <<http://www.dcnature.com/>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

DESCENSO crioscópico. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://es.wikipedia.org/wiki/Descenso_crioscópico>. Acesso em: 20 jul. 2015.

DIAS, A. G.; COSTA, M. A.; GUIMARÃES, E P. I. C. *Guia prático de química orgânica*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

DIMENSTEIN, G. O perigo mora em casa. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 1 ago. 1999. Caderno 3, p.6.

ESTATINA. 1 fev. 2013. Disponível em: <<http://colesterolunb2012.blogspot.com.br/2013/02/estatina.html>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

ESTRUTURA CRISTALINA. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura_cristalina>. Acesso em: 24 jul. 2015.

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.7, p.3-6, maio 1998.

FORÇA JOVEM JACAREÍ. Disponível em: <www.fjjacarei.blogspot.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2015.

FRIAS, M. C. Tanque... ..do carro. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.B2, 20 jul. 2014.

GALVANI, L. Commentary on the effects of eletricity on muscolar motion. 1953. Disponível em: <<http://www.bo.infn.it/galvani/de-vir-eng.html>>. Acesso em: 1 ago. 2015.

GALVÃO, V. Q. Lei seca é uma das mais rígidas do mundo. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.C3, 25 jun. 2008.

GLEISER, M. Anatomia de um fio. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 11 fev. 2001.

GLICEROL. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Glicerol>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

GONZÁLEZ, C. Metanol causou mortes na Bahia. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 12 mar. 1999. Caderno 3, p.2.

GOUVEIA-MATOS, J. A. de M. Mudança nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo. *Química Nova na Escola*, São Paulo, p.6-10, nov. 1999.

GRALLA, P. *Como funciona o meio ambiente*. São Paulo: Quark do Brasil, 1997.

GRINGS. Sal light 500 g. Disponível em: <<http://www.grings.com.br/produto.php?produto=67&SAL+Light>>. Acesso em: 13 jul. 2015.

GRISÚ. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <<https://es.wikipedia.org/wiki/Gris%C3%BA>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

GUENTHER, E. et al. *The Essential Oils*. New York: Nostrand Company, 1948.

HARRIS, T. A gordura da baleia, o sono e a pressão. Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/baleias1.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

HENRI LOUIS LE CHÂTELIER. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Henri_Louis_Le_Ch%C3%A2telier>. Acesso em: 21 jul. 2015.

HIOKA, N. et al. Pilhas de Cu/Mg. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.11, p.40-44, maio 2000.

HS OSMOSE REVERSA. Tratamento de água, sistemas de osmose reversa e equipamentos dessalinizadores. Disponível em: <<http://www.hsosmosereversa.com.br/equipamentos-de-osmose-reversa-e-dessalinizacao.php>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

HYDRANGEA. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <<https://es.wikipedia.org/wiki/Hydrangea>>. Acesso em: 21 jul. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO NA AGRICULTURA IRRIGADA. *Uso racional da água na agricultura*. 31 jan. 2009. Disponível em: <<http://inovagri.blogspot.com.br/search?q=Chungungo>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

INSTITUTO ECO ENGENHO. *Projeto dessalinização solar-térmica*. Disponível em: <www.ecoengenh.org.br>. Acesso em: 14 jul. 2015.

KEFIR de ervas. Disponível em: <www.paginas.terra.com.br/saude/kefir/kefir_de_ervas>. Acesso em: 27 jul. 2015.

KIRCHHOFF, V. W. J. H. Sobre a mistura álcool-gasolina... *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 10 fev. 1997.

KUPSTAS, M. *Ecologia em debate*. São Paulo: Moderna, 1997.

LAMPADA DI DAVY. Disponível em: <<http://www.museocrescenzipacinotti.it/dati-scheda.asp?id=167>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

LÂMPARA DE CARBURO. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_de_carburo>. Acesso em: 27 jul. 2015.

LEÃO, M. Britânicos descobrem molécula que causa dor nas queimaduras. 7 jul. 2011. Disponível em: <<http://melkleao.blogspot.com.br/2011/07/britanicos-descobrem-molecula-que-causa.html>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

LEE, J. D. *Química inorgânica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

LEI cidade limpa: falta 1 mês. 2 jan. 2011. Disponível em: <<http://jjanela-londrinense.blogspot.com.br/2011/01/lei-cidade-limpa-falta-1-mes.html>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

LEITE neles! Foto de William West. France Presse. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 6 fev. 2003. Caderno Equilíbrio, p. 3. Seção Quem diria!

LIMA, J. G. de. Agressões ao planeta. Especial: o paradoxo da água. *Veja on-line*. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/geografia/Artigos/hidrografia/arquivos_veja/2.html>. Acesso em: 3 set. 2015.

LIMA, M. B.; LIMA-NETO, P. de. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de Química. *Química Nova*, São Paulo, v.22, n.6, p.903-906, 1999.

LOSEKANN, L.; VILELA, T. Estimativa da frota brasileira de automóveis flex e a nova dinâmica do consumo de etanol no Brasil a partir de 2003. 26 jul. 2010. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2010/07/26/estimacao-da-frota-brasileira-de-automoveis-flex-e-a-nova-dinamica-do-consumo-de-etanol-no-brasil-a-partir-de-2003/>>. Acesso em: 14 jul.2015.

LZ 129. In: WIKIPEDIA. 18 ago. 2005. Disponível em: <https://de.wikipedia.org/wiki/LZ_129>. Acesso em: 20 jul. 2015.

LZ 129 HINDENBURG. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/LZ_129_Hindenburg_-_/media/File:Hindenburg_at_lakehurst.jpg>. Acesso em: 14 jul. 2015.

MALAVOLTA, E. *ABC da adubação*. São Paulo: Agronômica Cere, 1979.

MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

MALAVOLTA, E. *A prática da calagem*. São Paulo: E. S. A. Luiz de Queiroz: USP, 1975.

MAR MORTO. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mar_Morto>. Acesso em: 14 jul. 2015.

MARQUES, J. Exploração de carvão polui sul de SC. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.C4, 28 dez. 2000.

MATTOS, A. Preço da nafta aumenta e pressiona embalagens. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.B4, 14 fev. 2003a.

MATTOS, A. Preço da nafta aumenta e pressiona embalagens. Foto de Jeff J. Mitchell / Reuter. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A1, 15 fev. 2003b.

MILLER, J. A.; NEUZIL, E. F. *Modern Experimental Organic Chemistry*. Toronto: D. C. Heath & Co., 1982.

MINAMATA do Trópico. *Isto é*, São Paulo, 8 set. 1993.

MORETTO, E.; ALVES, E. R. F. *Óleos e gorduras vegetais: processamento e análises*. Florianópolis: Ed. UFSC, 1986.

MUNDO eletrolítico. Disponível em: <www.mundoeletrolitico.blogspot.com>. Acesso em: 27 jul. 2015.

NIELS BOHR. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr>. Acesso em: 14 jul. 2015.

NOGUEIRA, S. Camada de ozônio deve voltar ao normal ainda neste século. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A6, jun. 2002.

NORSAL. *A produção*. Disponível em: <http://norsal.com.br/main.php?g_ct=producao>. Acesso em: 24 jul. 2015. Disponível em: <http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2010/Carolina%20e%20Renato/relat1/relat1.htm>. Acesso em: 14 jul. 2015.

NUNES, E. Água comum é comprada como mineral. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.C8, 22 maio 2000.

PATNAIK, P. *Guia geral: propriedades nocivas das substâncias químicas*. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

PEARCE, F. *O aquecimento global*. São Paulo: Publifolha, 2002.

REDE DE INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O AGRONEGÓCIO. *Chuva artificial pode ser alternativa à transposição do São Francisco*. Disponível em: <www.ripa.com.br>. Acesso em: 1 ago. 2015.

PERCURSOS 1. Plataforma de apoio aos formandos dos cursos EFA da Escola Secundária de Santo André Barreiro. Disponível em: <www.percursos1.blogspot.com.br>. Acesso em: 14 jul. 2015.

PEREIRA, L. R. A química do biodiesel. *Informativo do Conselho Regional de Química de Minas Gerais*, Belo Horizonte, ano 1, n.3, 2004/2005.

PEREIRA, L. F. Uma pequena grande diferença. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.C5, 10 jul. 2003. Caderno Fovest, p.6.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. do. *Química: na abordagem do cotidiano: volume 1, química geral e inorgânica*. São Paulo: Moderna, 2003a.

RICHEY JR., H. G. *Química orgânica*. Rio de Janeiro: Prentice/Hall do Brasil, 1986.

RODRIGUES, B. Eu quero respirar! 8 ago. 2008. Disponível em: <<https://tvecologica.wordpress.com/2008/08/08/eu-quero-respirar/>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

ROMERO, H. Tempo seco faz nascer espuma em Pirapora. *Estadão*, São Paulo, 31 ago. 2010. 1 foto color. Disponível em: <<http://fotos.estadao.com.br/galerias/cidades,tempo-seco-faz-crescer-espuma-de-pirapora,9896,254581>>. Acesso em: 22 jul. 2015.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

SALT and ice. Disponível em: <www.saltandice.com>. Acesso em: 24 jul. 2015.

SANHAÇU-ESCARLATE. In: WIKIAVES. 21 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br/sanhacu-escarlata>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

SCHIVARTCHE, F. Levantamento do HC relaciona acidentes à embriaguez em SP. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 8 out. 1998. Caderno 3, p.8.

SEM dor no avião. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 26 abr. 2001. Caderno Equilíbrio, p.5. Seção Quem diria!

SÍNTESE DE HABER-BOSCH. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADntese_de_Haber-Bosch>. Acesso em: 21 jul. 2015.

SLABAUGH, W. H.; PARSONS, T. D. *Química general*. México: Limusa-Wiley, 1969.

SNYDER, C. H. *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*. Hoboken: J. Wiley, 1995.

SOLDAGEM OXIACETILÊNICA. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Soldagem_oxiacetilênica>. Acesso em: 24 jul. 2015.

STREITWIESER, A.; HEATHCOCK, C. H.; KOSOWER, E. M. *Introduction to Organic Chemistry*. 4th ed. New York: MacMillan, 1992.

STREPTOMYCES. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <<https://em.wikipedia.org/wiki/Streptomyces>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

TELES, C. V.; VINHAS, R. A. *Oil recovery supply vessel*. Projeto de sistemas oceânicos II. 2010. Disponível em: <http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2010/Carolina%20e%20Renato/relat1/relat1.htm>. Acesso em: 14 jul. 2015.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.16, p.41-44, nov. 2002.

THE NOBEL prize in chemistry 1903. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1903/>. Acesso em: 14 jul. 2015.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, E R. R. *O azul do planeta*. São Paulo: Moderna, 1995.

[TRANSESTERIFICAÇÃO]. Disponível em: <<http://www.biodiesel.org.br>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

TROVOADA. Foto de Alan Marques. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, p.A1, 23 ago. 2006. Folha Imagem, p.A1.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Indicadores de pH. Disponível em: <www.ufpa.br/quimicanalitica/sindicador.htm>. Acesso em: 21 jul. 2015.

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos*. São Paulo: Moderna, 1994.

VERANI, C. N.; GONÇALVES, D. R.; NASCIMENTO, M. da G. Sabões e detergentes como tema organizador de aprendizagens no ensino médio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.12, p.15-19, nov. 2000.

VIVEIROS, M. Águas turvas. Foto de Marlene Bergamo. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 25 jul. 2004. Folha Imagem, p.A1.

VOGEL, A. I. *Química analítica quantitativa*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

VOLLHARDT, K. P. C.; SCHORE, N. E. *Química orgânica: estrutura e função*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

VRUM. Disponível em: <www.vrum.com.br>. Acesso em: 24 jul. 2015.

SOBRE A ORIGEM DO LIVRO "VAMOS AO LABORATÓRIO?"

A origem do livro "VAMOS AO LABORATÓRIO?" está diretamente ligada à Escola Mondragon de Uberlândia - MG, fundada em 8 de outubro de 1992, junto com a sua mantenedora, a Cooperativa de Ensino de Uberlândia, onde o método de ensino foi, desde o início, de filosofia construtivista.

Nessa escola trabalhou um dos autores deste livro, onde lecionava disciplinas relacionadas à Química. Como muitos outros docentes, ele considerou a parte experimental dessa disciplina como essencial.

Atividades dessa natureza fizeram parte das aulas desse docente, seguindo, inclusive a filosofia construtivista da escola, originando assim o seu Laboratório de Química. Procurou, então, o apoio do outro autor desta obra, que leciona no Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (IQ/UFU), com quem traçou estratégias para o desenvolvimento de experimentos de Química voltados ao ensino experimental.

Fruto dessa cooperação foi o projeto "Implementação do ensino de química na Cooperativa de Ensino de Uberlândia" para o desenvolvimento de aulas de laboratório de Química de nível médio na Escola Mondragon.

Em outubro de 1996 esse projeto foi encaminhado ao Conselho do Instituto de Química para desenvolver atividades que ajudassem a melhorar as condições de ensino naquela escola.

A aprovação desse projeto no âmbito do IQ/UFU e, posteriormente, na própria Escola Mondragon, permitiu que esse esforço fosse oficializado com o apoio formal desse Instituto.

Com a venda da Escola Mondragon para o grupo Pitágoras e a consequente liquidação da cooperativa que a sustentava, o projeto foi suspenso e as atividades de ensino de laboratório desativadas. O docente passou a desempenhar sua função na Escola Marista Champagnat de Uberlândia, onde os experimentos continuaram sendo executados e testados.

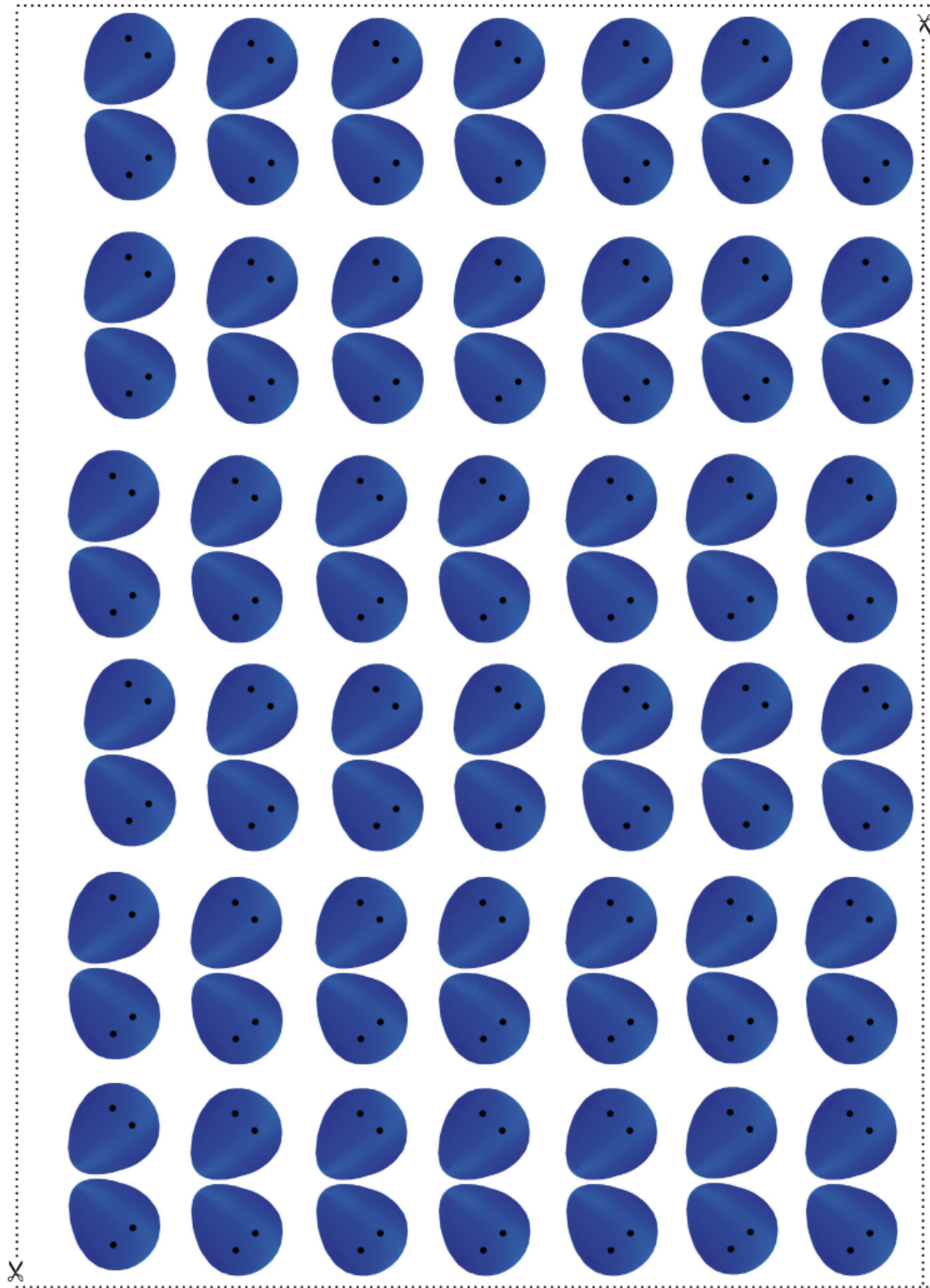
O material didático amalhado foi, na sequência, trabalhado no laboratório de pesquisa, coordenado por um dos autores, no IQ/UFU, onde foram executadas e otimizadas muitas das etapas e experimentos do livro "VAMOS AO LABORATÓRIO?".

Com o material desenvolvido e depois redigido, aperfeiçoado, revisado e atualizado, os autores encaminharam uma solicitação para sua publicação à Editora da Universidade Federal de Uberlândia - EDUFU onde, após as devidas revisões, a obra foi publicada.

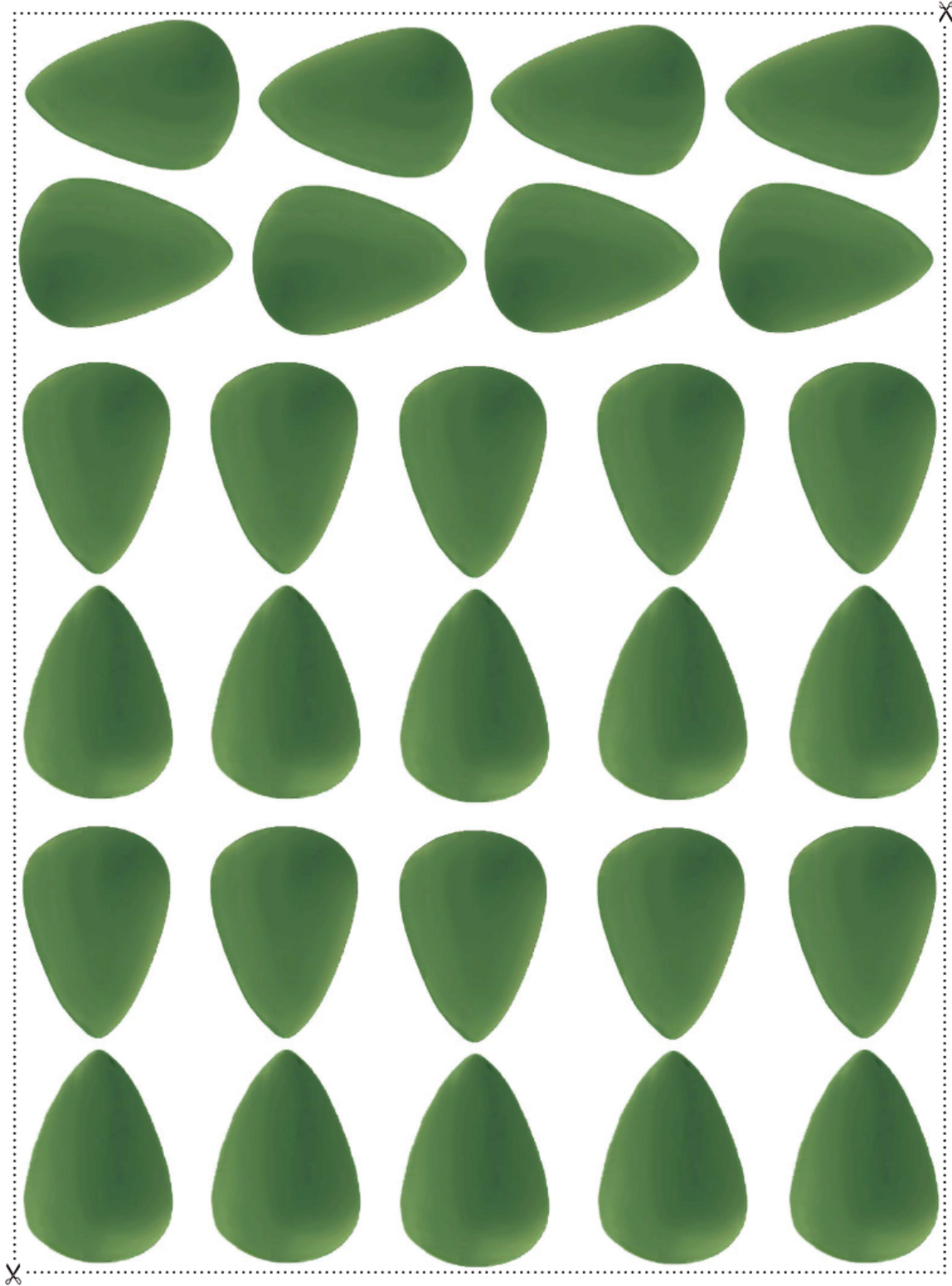
Cabe ainda mencionar que os autores contaram com limitados recursos, tanto humanos como financeiros, o que demandou muito tempo e grande esforço nas suas múltiplas tarefas e despesas.

Sem contar a ausência do convívio de suas famílias aos sábados durante todo o período de gestação e evolução desta obra. Período esse que independia do tempo normal de trabalho dos autores.

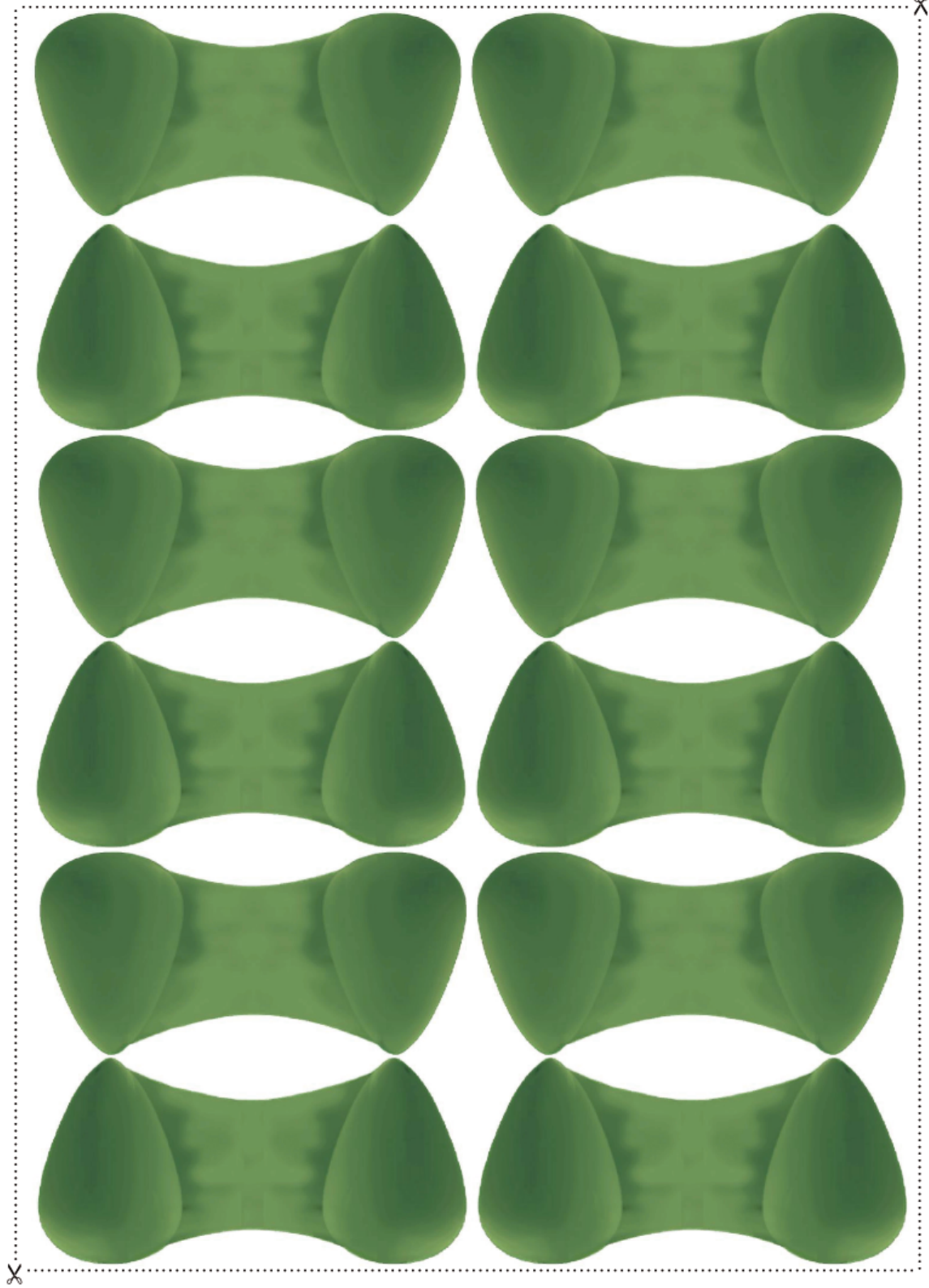
MOLDES - PARES DE ELÉTRONS NÃO LIGANTES



MOLDES - ORBITAIS p



MOLDES - ORBITAIS MOLECULARES π





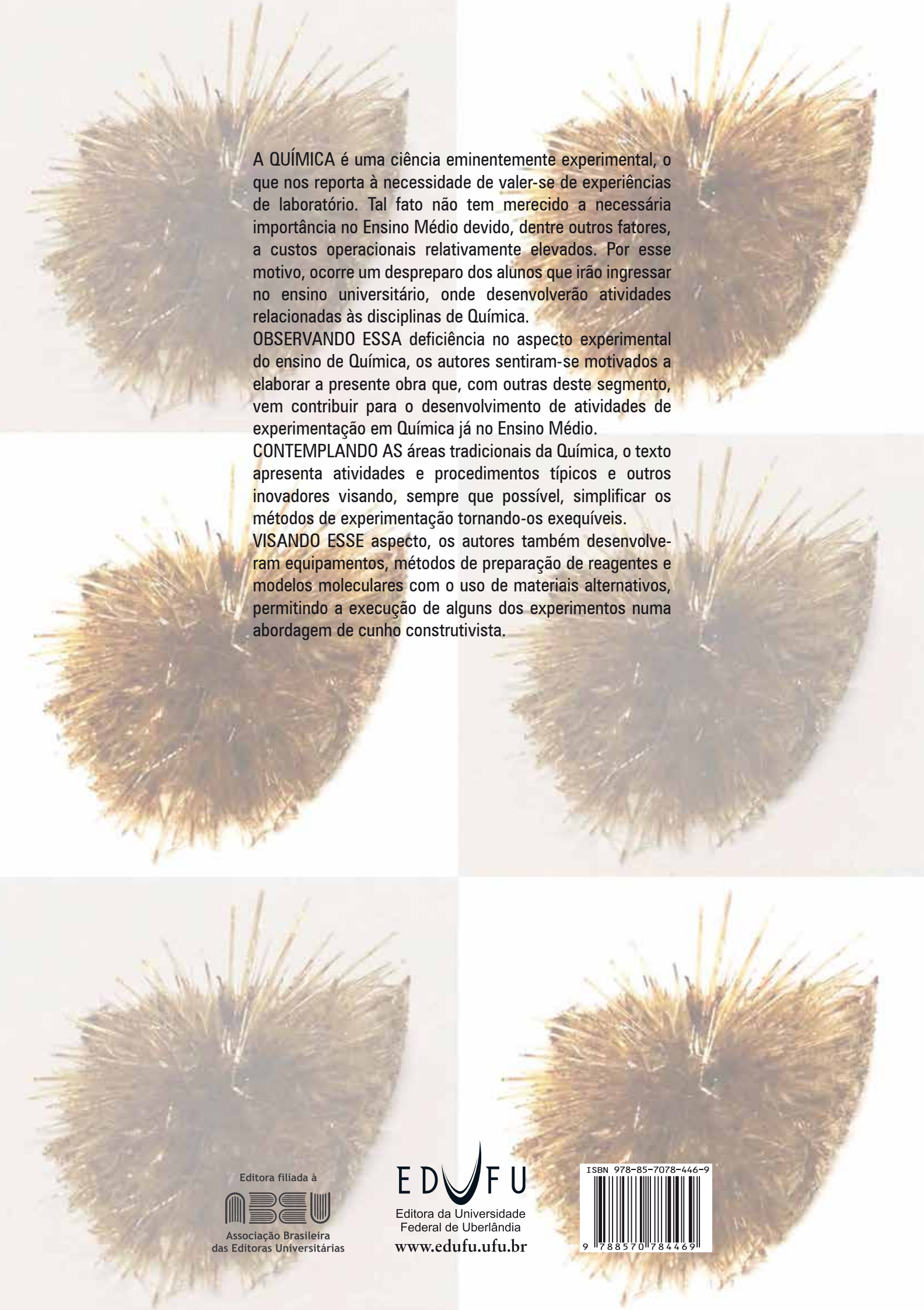
Luis Antonio Ortellado Gómez Zelada, natural de Assunção - Paraguai, naturalizado brasileiro desde 1988, é graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), mestre em Química Orgânica e Doutor em Química, na área de Química Organometálica, pela Universidade Estadual de Campinas, com desenvolvimento parcial da pesquisa na Universidade de Hamburgo (República Federal de Alemanha). Foi Professor Assistente na Universidade Estadual de Maringá - PR, desde 1980 até 1984. Desde 1984 até o presente, é Professor Associado IV na Universidade Federal de Uberlândia - MG, na área de Química Orgânica.



Hélio Siqueira Aidar, natural de São José do Rio Preto - SP, é graduado em Química - bacharelado - pela Universidade Federal de Uberlândia. Trabalhou como Professor de Química na Escola Mondragón de Uberlândia de 1995 até 2000 e na Escola Marista Champagnat de Uberlândia de 2001 até 2008. É funcionário da Caixa Econômica Federal desde 1984 até o presente momento, onde exerce atividades de análise química de jóias e metais no Setor de Penhor.

Sobre o livro

Formato 21 cm x 29,7 cm



A QUÍMICA é uma ciência eminentemente experimental, o que nos reporta à necessidade de valer-se de experiências de laboratório. Tal fato não tem merecido a necessária importância no Ensino Médio devido, dentre outros fatores, a custos operacionais relativamente elevados. Por esse motivo, ocorre um despreparo dos alunos que irão ingressar no ensino universitário, onde desenvolverão atividades relacionadas às disciplinas de Química.

OBSERVANDO ESSA deficiência no aspecto experimental do ensino de Química, os autores sentiram-se motivados a elaborar a presente obra que, com outras deste segmento, vem contribuir para o desenvolvimento de atividades de experimentação em Química já no Ensino Médio.

CONTEMPLANDO AS áreas tradicionais da Química, o texto apresenta atividades e procedimentos típicos e outros inovadores visando, sempre que possível, simplificar os métodos de experimentação tornando-os exequíveis.

VISANDO ESSE aspecto, os autores também desenvolveram equipamentos, métodos de preparação de reagentes e modelos moleculares com o uso de materiais alternativos, permitindo a execução de alguns dos experimentos numa abordagem de cunho construtivista.

Editora filiada à


Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

EDUFU

Editora da Universidade
Federal de Uberlândia

www.edufu.ufu.br

ISBN 978-85-7078-446-9



9 788570 784469