

Química

Organizadores

**Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Marcelo Giordan**

Elaboradoras

**Rosana Amici Della Rocca
Denise Curi**

6
módulo

Nome do Aluno _____

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador: *Geraldo Alckmin*

Secretaria de Estado da Educação de São Paulo

Secretário: *Gabriel Benedito Issac Chalita*

Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP

Coordenadora: *Sonia Maria Silva*

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: *Adolpho José Melfi*

Pró-Reitora de Graduação

Sonia Teresinha de Sousa Penin

Pró-Reitor de Cultura e Extensão Universitária

Adilson Avansi Abreu

FUNDAÇÃO DE APOIO À FACULDADE DE EDUCAÇÃO – FAFE

Presidente do Conselho Curador: *Selma Garrido Pimenta*

Diretoria Administrativa: *Anna Maria Pessoa de Carvalho*

Diretoria Financeira: *Sílvia Luzia Frateschi Trivelato*

PROGRAMA PRÓ-UNIVERSITÁRIO

Coordenadora Geral: *Eleny Mitrulis*

Vice-coordenadora Geral: *Sonia Maria Vanzella Castellar*

Coordenadora Pedagógica: *Helena Coharik Chamlian*

Coordenadores de Área

Biologia:

Paulo Takeo Sano – Lyría Mori

Física:

Maurício Pietrocola – Nobuko Ueta

Geografia:

Sonia Maria Vanzella Castellar – Elvio Rodrigues Martins

História:

Kátia Maria Abud – Raquel Glezer

Língua Inglesa:

Anna Maria Carmagnani – Walkyria Monte Mór

Língua Portuguesa:

Maria Lúcia Victório de Oliveira Andrade – Neide Luzia de Rezende – Valdir Heitor Barzotto

Matemática:

Antônio Carlos Brolezzi – Elvia Mureb Sallum – Martha S. Monteiro

Química:

Maria Eunice Ribeiro Marcondes – Marcelo Giordan

Produção Editorial

Dreampix Comunicação

Revisão, diagramação, capa e projeto gráfico: *André Jun Nishizawa, Eduardo Higa Sokei, José Muniz Jr. Mariana Pimenta Coan, Mario Guimarães Mucida e Wagner Shimabukuro*

The background features a detailed line drawing of a chemistry laboratory. In the foreground, there is a large round-bottom flask on a stand, containing a liquid. To its right, a test tube is held in a test tube rack. In the background, several figures are engaged in laboratory work: one person is using a pipette, another is holding a beaker, and others are observing or working with various pieces of glassware. The entire scene is rendered in a light blue, monochromatic style.

***Cartas ao
Aluno***

Carta da

Pró-Reitoria de Graduação

Caro aluno,

Com muita alegria, a Universidade de São Paulo, por meio de seus estudantes e de seus professores, participa dessa parceria com a Secretaria de Estado da Educação, oferecendo a você o que temos de melhor: conhecimento.

Conhecimento é a chave para o desenvolvimento das pessoas e das nações e freqüentar o ensino superior é a maneira mais efetiva de ampliar conhecimentos de forma sistemática e de se preparar para uma profissão.

Ingressar numa universidade de reconhecida qualidade e gratuita é o desejo de tantos jovens como você. Por isso, a USP, assim como outras universidades públicas, possui um vestibular tão concorrido. Para enfrentar tal concorrência, muitos alunos do ensino médio, inclusive os que estudam em escolas particulares de reconhecida qualidade, fazem cursinhos preparatórios, em geral de alto custo e inacessíveis à maioria dos alunos da escola pública.

O presente programa oferece a você a possibilidade de se preparar para enfrentar com melhores condições um vestibular, retomando aspectos fundamentais da programação do ensino médio. Espera-se, também, que essa revisão, orientada por objetivos educacionais, o auxilie a perceber com clareza o desenvolvimento pessoal que adquiriu ao longo da educação básica. Tomar posse da própria formação certamente lhe dará a segurança necessária para enfrentar qualquer situação de vida e de trabalho.

Enfrente com garra esse programa. Os próximos meses, até os exames em novembro, exigirão de sua parte muita disciplina e estudo diário. Os monitores e os professores da USP, em parceria com os professores de sua escola, estão se dedicando muito para ajudá-lo nessa travessia.

Em nome da comunidade USP, desejo-lhe, meu caro aluno, disposição e vigor para o presente desafio.

Sonia Teresinha de Sousa Penin.

Pró-Reitora de Graduação.

Caro aluno,

Com a efetiva expansão e a crescente melhoria do ensino médio estadual, os desafios vivenciados por todos os jovens matriculados nas escolas da rede estadual de ensino, no momento de ingressar nas universidades públicas, vêm se inserindo, ao longo dos anos, num contexto aparentemente contraditório.

Se de um lado nota-se um gradual aumento no percentual dos jovens aprovados nos exames vestibulares da Fuvest — o que, indubitavelmente, comprova a qualidade dos estudos públicos oferecidos —, de outro mostra quão desiguais têm sido as condições apresentadas pelos alunos ao concluírem a última etapa da educação básica.

Diante dessa realidade, e com o objetivo de assegurar a esses alunos o patamar de formação básica necessário ao restabelecimento da igualdade de direitos demandados pela continuidade de estudos em nível superior, a Secretaria de Estado da Educação assumiu, em 2004, o compromisso de abrir, no programa denominado Pró-Universitário, 5.000 vagas para alunos matriculados na terceira série do curso regular do ensino médio. É uma proposta de trabalho que busca ampliar e diversificar as oportunidades de aprendizagem de novos conhecimentos e conteúdos de modo a instrumentalizar o aluno para uma efetiva inserção no mundo acadêmico. Tal proposta pedagógica buscará contemplar as diferentes disciplinas do currículo do ensino médio mediante material didático especialmente construído para esse fim.

O Programa não só quer encorajar você, aluno da escola pública, a participar do exame seletivo de ingresso no ensino público superior, como espera se constituir em um efetivo canal interativo entre a escola de ensino médio e a universidade. Num processo de contribuições mútuas, rico e diversificado em subsídios, essa parceria poderá, no caso da estadual paulista, contribuir para o aperfeiçoamento de seu currículo, organização e formação de docentes.

Prof. Sonia Maria Silva

Coordenadora da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas

Apresentação da área

A Química tem sido vista como vilã por muitos dos segmentos sociais que a desconhecem. Enquanto ciência, ela contribui para compreendermos as propriedades dos materiais, suas transformações e suas estruturas em um nível de organização inacessível aos nossos sentidos. Já os químicos, desempenham um papel importante na construção do conhecimento sobre processos e produtos que servem ao bem estar das pessoas. Alimentos, roupas, medicamentos, habitações são alguns exemplos de segmentos da indústria e da agropecuária, nos quais o conhecimento químico é fundamental.

É fato também que os impactos causados pelas atividades humanas no meio ambiente têm sido cada vez mais graves. O aumento do efeito estufa e a redução da camada de ozônio são exemplos de atividades que dependem da transformação dos materiais. Ainda assim, a Química não é a responsável por esses fenômenos indesejáveis. O conhecimento produzido pelos químicos é um dos instrumentos determinantes para aprofundar ou diminuir os impactos causados pelas atividades humanas no meio ambiente. Saber aplicar esses conhecimentos a partir de critérios e valores definidos pela sociedade é um dos principais instrumentos para tomar decisões sobre o controle dessas atividades e também para equacionar a complexa relação bem-estar social e meio ambiente.

Os conhecimentos abordados nesse Programa fornecem uma visão geral da fenomenologia das transformações químicas, suas interpretações em termos de modelos microscópicos e suas representações simbólicas. Conhecer as transformações significa também saber utilizá-las para nosso próprio bem-estar. Assim, é importante conhecer aspectos quantitativos das transformações para evitar desperdícios, utilizar racionalmente a energia envolvida no processo, controlar a rapidez da transformação e seu rendimento. Estudar as propriedades das substâncias e interpretá-las em termos dos modelos de ligação química também contribui para evitar riscos à saúde e à contaminação ambiental e para compreender os processos de produção de novos materiais e medicamentos.

Defendemos o estudo da Química que não seja memorístico. Como alternativa, convidamos você a compreender processos químicos e estabelecer relações entre o conhecimento científico, suas aplicações e implicações sociais, econômicas, ambientais e políticas.

Apresentação do módulo

“A alegria pode prescindir da razão, mas reflexão sem compreensão é vazia. Existe satisfação em meramente observar o mundo, mas essa satisfação pode ser aprofundada quando a visão da mente consegue penetrar na superfície das coisas para enxergar as conexões existentes” (P. W. Atkins).

O objetivo desse módulo é aumentar a sua satisfação ao observar o mundo. Continuaremos estudando um aspecto da Química – a representação da estrutura das substâncias – visando mostrar do que são feitas as coisas que constituem o nosso cotidiano.

Ao segurar esta apostila você está segurando moléculas. Ao tomar café você está ingerindo moléculas. Ao se sentar em uma sala você é bombardeado por uma tempestade contínua de moléculas. Ao admirar a cor de uma orquídea e as texturas de um relevo você está apreciando moléculas. Ao saborear comidas e bebidas você está apreciando moléculas. Você está vestido por moléculas, você as ingere, e você as excreta. Na verdade, você é feito de moléculas.

A maioria dos compostos que constituem as coisas do nosso cotidiano são formados de moléculas que contêm carbono e (geralmente) hidrogênio, e são classificados como *compostos orgânicos*. Estes compostos têm destaque nas nossas vidas, pois são responsáveis pelas cores e odores das flores e da vegetação, e pelo gosto da comida. De fato, virtualmente todo o mundo natural, exceto as rochas e oceanos, consiste de compostos orgânicos.

Foram necessários cerca de 4,5 bilhões de anos de luz solar e compostos de carbono para formar a vida atualmente existente na Terra. O ser humano existe na Terra há apenas alguns milhões de anos e, no espaço de somente cem anos, aprendeu a transformar compostos de carbono em medicamentos, combustíveis, produtos de higiene e limpeza e, notavelmente, em materiais plásticos.

A indústria da química orgânica mudou o nosso mundo para melhor e para pior. Poluição e superpopulação são problemas sérios que estão se tornando ainda mais sérios. São problemas científicos e políticos. A parte científica tem solução, embora dispendiosa. A parte política é menos clara. É uma questão de como utilizar nossas riquezas – uma questão de prioridades. Como estudantes, vocês fariam bem em ter estes problemas na cabeça e em participar da construção de soluções.

A qualidade de vida, talvez a própria vida, depende de sua ligação e respeito para com a Terra. Aqueles que têm algum conhecimento de química orgânica terão uma oportunidade de trabalhar para tal e a obrigação de fazê-lo. Nós esperamos sua participação nesta tarefa.

Introdução

OS COMPOSTOS DE CARBONO

As plantas já existiam há mais de 400 milhões de anos quando surgiu o primeiro ser humano no planeta, o que aconteceu cerca de 50 mil anos atrás. Desde então, o homem provavelmente já passou a utilizar as plantas como medicamento. Esta avaliação é baseada em registros antigos, como desenhos em cavernas, escritos e símbolos, que revelam uma ligação muito íntima do homem com a natureza, principalmente com as plantas.

Assim, ao longo do tempo, as civilizações, em todo o mundo, foram reunindo suas experiências de forma única, deixando acumular até nossos dias um vasto e inestimável conhecimento sobre as ervas e plantas, em grande parte comprovada pela ciência moderna.

Portanto, toda a história da Medicina está intimamente ligada às plantas, pois foi somente em 1828 que Friedrich Wohler sintetizou a uréia (substância orgânica) a partir de cianato de amônio (substância inorgânica), fato que causou uma revolução no conhecimento da época. Isto porque, até este momento, havia uma concepção de que uma substância orgânica só poderia ser sintetizada a partir de substâncias extraídas de animais ou vegetais.

Após esta descoberta, a farmacologia moderna avançou para a situação atual de elaboração de medicamentos sintéticos, que domina o mercado de fármacos há muitos anos. Apesar disso, a indústria de medicamentos fitoterápicos (medicamentos naturais) movimenta hoje cerca de US\$ 14 bilhões em todo o mundo, ou seja, 5% dos US\$ 280 bilhões que circulam no mercado global de medicamentos sintéticos. No Brasil, o mercado de medicamentos em geral movimenta anualmente US\$ 7 bilhões, sendo que os medicamentos fitoterápicos representam cerca de 4% deste total, ou seja, US\$ 300 milhões.

Porém, de modo geral, a população ainda recorre aos conhecimentos populares na hora de utilizar plantas medicinais (na maioria, plantas oriundas de fontes desconhecidas), por acreditarem que *“se bem não fizer, mal também não fará”*. No entanto, acreditar que as plantas medicinais são totalmente benéficas, somente por serem plantas, pode ser muito perigoso.

As substâncias produzidas pelas plantas são idênticas àquelas sintetizadas em laboratório pelo homem; apenas podem ser menos tóxicas devido às baixas concentrações encontradas nos vegetais ou pela interação direta ou indireta com

Em 1828 Friedrich Wohler sintetizou a uréia (substância orgânica) a partir de cianato de amônio (substância inorgânica). Este fato causou uma revolução no conhecimento da época, pois havia uma concepção de que uma substância orgânica só poderia ser sintetizada a partir de substâncias extraídas de animais ou vegetais.

outras substâncias existentes na planta. Esse conceito conferido aos chás e infusões deve ser revisto, pois se houver ingestão em excesso, ou se alguns componentes forem nocivos ao homem, os efeitos indesejados serão idênticos ou ainda piores que dos remédios sintéticos utilizados para a doença em questão.

Atividade 1

1. A partir do texto acima, defina o que é um produto natural e o que é um produto sintético.
2. Comente a seguinte frase: “Tudo o que é natural faz bem e o que é sintético faz mal”.

Atividade 2

É comum, hoje em dia, encontrarmos no supermercado mercadorias classificadas como *Orgânicas*. Um exemplo pode ser o “açúcar orgânico”, que tem parte de sua embalagem reproduzida no quadro abaixo:

Açúcar orgânico

“Native é um açúcar mais puro e saudável. Fruto da terra sem produtos químicos desde o preparo do solo até o processo final, e da tecnologia avançada, preservando o meio-ambiente, a qualidade de vida e o respeito ao consumidor. Prove também nossa linha de cafés orgânicos”

Sabemos que o açúcar é um produto extraído da cana-de-açúcar e que é constituído da substância sacarose, cuja fórmula molecular é $C_{12}H_{22}O_{11}$ e a fórmula estrutural é a representada na Figura 1.

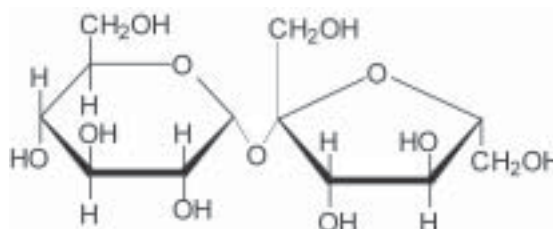


Figura 1: Estrutura da sacarose

1. Quimicamente falando, a sacarose é um composto orgânico ou inorgânico?
2. Qual é o significado da palavra “orgânico” citada no rótulo apresentado acima?
3. Por que estes produtos “orgânicos” são considerados mais puros e saudáveis?

Desde meados do século XIX, chamamos de compostos orgânicos aqueles que contêm átomos de carbono na sua constituição, e não apenas os derivados dos seres vivos. O desenvolvimento da Química Orgânica, aquela dedicada a estudar estes compostos, permitiu entendermos vários processos biológicos e o crescimento da indústria farmacêutica, têxtil e petroquímica como as conhecemos hoje. Materiais como polímeros, detergentes, fertilizantes e tintas são apenas alguns entre os milhares de produtos que estão ao nosso alcance e sem os quais não podemos imaginar nossas vidas. Daí a importância de estudarmos nesta unidade o petróleo e seus derivados petroquímicos.

Desde meados do século XIX chamamos de compostos orgânicos aqueles que contêm átomos de carbono na sua constituição, e não apenas os derivados dos seres vivos.

Unidade 1

As mil e uma utilidades de um líquido negro que vale ouro

É quase impossível imaginarmos o mundo moderno sem o petróleo e seus derivados. Esse óleo viscoso e de odor forte, produto de milhões de anos de decomposição e transformação de sedimentos orgânicos armazenados no subsolo terrestre, tornou-se elemento praticamente indispensável na vida cotidiana. De versatilidade aparentemente infinita, as matérias-primas extraídas do petróleo moldaram a história da industrialização do século 20.

Além de literalmente mover a economia, baseada em grande parte pelo transporte rodoviário de mercadorias, o petróleo, através de seus derivados combustíveis, é a fonte inicial de matéria-prima para toda uma cadeia produtiva que envolve indústrias dos mais diversos setores. Na média, 87% de um barril de petróleo é utilizado como combustível e os 13% restantes são utilizados como fonte de matérias-primas para a indústria de transformação (veja Figura 3).

O petróleo é um recurso mineral formado por uma grande mistura de compostos. É na complexa estrutura química desse mineral que se esconde sua flexibilidade. Em estado bruto, todo petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, ou seja, as mais variadas moléculas formadas basicamente por átomos de hidrogênio e carbono.

Por suas propriedades químicas fundamentais, o carbono propicia infinitas combinações com os demais elementos químicos, dando origem a substâncias de grande variedade estrutural, inclusive moléculas com cadeias longas e de complexas arquiteturas tridimensionais.

A variedade de compostos formados de átomos de carbono, muito maior do que os demais elementos, é consequência da estrutura deste elemento químico. O carbono tem quatro elétrons na camada de valência. Cada um desses elétrons pode ser compartilhado com outros elementos que sejam capazes de completar suas camadas eletrônicas por partilha de elétrons, formando ligações covalentes. Oxigênio, nitrogênio e hidrogênio estão entre os elementos que podem se ligar desta maneira. Um único átomo de carbono pode partilhar um máximo de quatro pares de elétrons para formar moléculas como o metano, cuja fórmula molecular é CH_4 , e a fórmula estrutural pode ser vista na Figura 2.

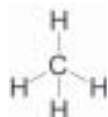


Figura 2: Fórmula estrutural do metano.

Organizadores

**Maria Eunice
Ribeiro Marcondes**

Marcelo Giordan

Elaboradora

**Rosana Amici
Della Rocca**

Em estado bruto, todo petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, ou seja, as mais variadas moléculas formadas basicamente por átomos de hidrogênio e carbono.

A característica mais importante do átomo de carbono, que o distingue de todos os demais elementos (exceto silício) e que explica seu papel fundamental na origem e na evolução da vida, é sua capacidade de partilhar elétrons com outros átomos de carbono para formar longas cadeias carbônicas. Este fenômeno simples é a base da química orgânica e pode justificar a complexa constituição do petróleo. É ele que permite a formação de estruturas de carbono lineares, ramificadas, cíclicas e semelhantes a gaiolas, com a participação de hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e outros átomos capazes de formar ligações covalentes.

A característica mais importante do átomo de carbono, que o distingue de todos os demais elementos (exceto silício), e que explica seu papel fundamental na origem e na evolução da vida, é sua capacidade de partilhar elétrons com outros átomos de carbono para formar longas cadeias carbônicas. Este fenômeno simples é a base da química orgânica e pode justificar a complexa constituição do petróleo. É ele que permite a formação de estruturas de carbono lineares, ramificadas, cíclicas e semelhantes a gaiolas, com a participação de hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e outros átomos capazes de formar ligações covalentes.

Atividade 3

Por que a alta do preço do barril de petróleo acarreta aumento não só dos combustíveis, mas também no preço de uma série de outros tipos de produtos?

Atividade 4

1. Escreva a fórmula eletrônica de Lewis e a fórmula estrutural dos compostos que apresentam as seguintes fórmulas moleculares:

- NH_3
- PCl_3
- CHCl_3
- CO_2
- SO_2

2. Escreva a fórmula estrutural dos seguintes compostos:

- C_2H_4
- C_2H_2
- CH_4
- CH_2O
- HCN
- COCl_2

REFINO DO PETRÓLEO

O petróleo é conhecido como o “ouro negro”. Por que ele é tão valioso? O que o difere de outras reservas naturais, como as reservas de minérios que produzem alumínio, ferro ou cobre?

O petróleo é quimicamente muito diferente dos minérios. Consiste de uma mistura de milhares de hidrocarbonetos. Estes compostos possuem duas oportunas propriedades químicas. Primeiro, são ricos em energia, que é liberada quando estes compostos são queimados. Segundo, se não são queimados, podem ser transformados quimicamente para produzir uma grande variedade de materiais.

Os químicos aprenderam como combinar pequenas moléculas do petróleo, os materiais de partida, em moléculas gigantes, como os polímeros que produzem plásticos, filmes, fibras e borrachas artificiais. Eles também aprenderam a converter petróleo em perfumes, remédios (por exemplo, a aspirina) e explosivos.

Que tipos de moléculas contêm o petróleo? Como podem as diferentes moléculas desta mistura serem separadas? Industrialmente, o óleo cru é sepa-

rado em seus componentes por destilação fracionada, um processo que utiliza as diferenças nas temperaturas de ebulição das substâncias da mistura. Os principais componentes do petróleo são apresentados na Figura 3.

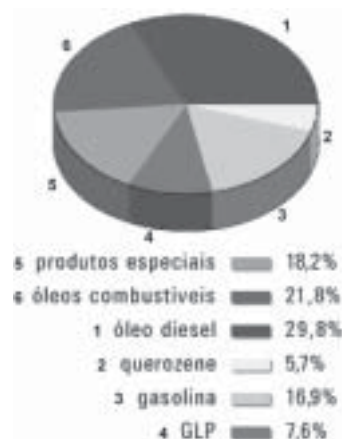


Figura 3: Principais produtos obtidos a partir do petróleo.

O processo de refino não separa cada componente do óleo cru, mas produz misturas distintas, chamadas de frações, misturas características de substâncias. O óleo cru é inicialmente aquecido a aproximadamente 400°C e as frações do petróleo, então, se dirigem à coluna de fracionamento. Cada fração, contendo moléculas de massas semelhantes é, então, separada. A Tabela 1 mostra as frações obtidas na destilação fracionada do petróleo.

Tabela 1: Produtos obtidos na destilação fracionada do petróleo.

Fração do petróleo	Número de átomos de carbono	Faixa de ebulição (°C)	Usos
Gás natural	1 a 4	até 20	Combustível doméstico e industrial
Gasolina	5 a 12	40 a 200	Combustível, solvente
Querosene	12 a 16	175 a 320	Aquecimento industrial, fabricação de fungicida
Óleo combustível	15 a 18	230 a 350	Lubrificação
Óleo lubrificante	17 a 20	Acima de 350	Asfalto para pavimentação, parafina

A produção em série de automóveis, acompanhada da substituição do transporte coletivo pelo individual, demandou aumento da produção da gasolina, fração mais importante do petróleo atualmente. Novos métodos para sua obtenção foram aperfeiçoados; o craqueamento (do inglês *to crack*, “quebrar”) é um exemplo. Ele consiste na quebra de moléculas maiores de hidrocarbonetos, gerando moléculas menores, como mostra a Figura 4.



Figura 4: Craqueamento do petróleo.

As substâncias formadas exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio são denominadas *hidrocarbonetos*. O mais simples dos hidrocarbonetos é o

Industrialmente, o óleo cru, é separado em seus componentes por destilação fracionada, um processo que utiliza as diferenças nas temperaturas de ebulição das substâncias da mistura.

As substâncias formadas exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio são denominadas hidrocarbonetos.

metano. Substituindo um átomo de hidrogênio do metano por outro de carbono e completando as ligações entre carbono e hidrogênio, obtemos a substância etano (C_2H_6). Repetindo esse procedimento, chegamos a uma molécula formada por três átomos de carbono e oito de hidrogênio, o propano (C_3H_8).

Atividade 5

A partir da estrutura do metano e das instruções no parágrafo acima, desenhe as fórmulas estruturais do etano e do propano.

Metano, etano e propano são hidrocarbonetos formados apenas por ligações simples entre os átomos de carbono. Eles pertencem a uma classe de hidrocarbonetos *saturados* (apresentam apenas ligações covalentes simples entre os carbonos) chamada *alcanos*.

A nomenclatura de compostos orgânicos segue as regras elaboradas pela IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada). Segundo essas regras, o nome de um composto químico é formado pela união de três fragmentos: Prefixo + Intermediário + Sufixo.

O prefixo refere-se ao número de átomos de carbono na cadeia principal, o intermediário indica o tipo de ligação (simples, dupla ou tripla) entre os átomos de carbono e o sufixo que utilizaremos por enquanto será *o*. Essa terminação indica que o composto é um hidrocarboneto. Para alcanos com mais de cinco átomos de carbono, o prefixo é derivado do Grego – pent- para cinco, hex- para seis e assim por diante, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2: Prefixos utilizados na nomenclatura de compostos orgânicos.

Prefixo	met	et	prop	but	pent	hex	hept	oct	non	dec
Nº de Carbonos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Alguns exemplos:



Atividade 6

- Escreva a fórmula estrutural para o butano e para o pentano.
- Dê o nome dos alcanos que têm as seguintes fórmulas estruturais:
 - $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
 - $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

Atividade 7

Analise os dados de temperatura de ebulição da Tabela 3 e responda:

Tabela 3: Ponto de ebulição de diversos alcanos.

Hidrocarboneto	Temperatura de ebulição (°C)
Metano	-161,7
Etano	-88,6
Propano	-42,1
Butano	-0,5

Alcanos é uma classe de hidrocarbonetos *saturados* (apresentam apenas ligações covalentes simples entre os carbonos).

Pentano	36,1
Hexano	68,7
Heptano	98,4
Octano	125,7
Nonano	150,8
Decano	174,0

a) Qual é a tendência observada na temperatura de ebulição dos hidrocarbonetos apresentados na Tabela 3?

b) Quais substâncias são gases à temperatura ambiente (20°C)?

c) O que você pode dizer sobre a atração intermolecular na molécula do decano se comparada à molécula do butano?

d) Você notou que a temperatura de ebulição de uma substância depende (em partes) de sua força intermolecular – que é a atração entre as moléculas. Para os alcanos que você estudou, como estas atrações estão relacionadas com o número de átomos de carbono em cada molécula?

As moléculas estudadas até aqui são denominadas de *alcanos lineares* (cadeia aberta), onde cada átomo de carbono está ligado a apenas um ou dois átomos de carbono. Muitos outros arranjos do átomo de carbono são possíveis. Alcanos com um ou mais átomos de carbono ligados a três ou quatro átomos de carbono são chamados de *alcanos ramificados*. A cadeia ramificada pode ter o mesmo número de átomos de carbono que uma cadeia linear, como mostra a Figura 5:

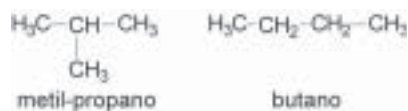


Figura 5: Isômeros do butano.

Observe, no exemplo acima, que os prefixos (prop e but) indicam o número de átomos de carbono da cadeia que contém o maior número de átomos de carbono – cadeia principal. Os átomos de carbono, com seus respectivos átomos de hidrogênio a eles ligados, que não fazem parte da cadeia principal mas estão a ela ligados, são denominados radicais (por exemplo, o metil).

Moléculas que têm fórmulas moleculares idênticas, mas arranjos estruturais diferentes, são chamadas de *isômeros*. A formação de isômeros permite explicar um número muito grande de compostos que contêm cadeias carbônicas abertas ou cíclicas.

Atividade 8

1. Compostos que possuem um número grande de átomos de carbono também terão um número grande de isômeros. Desenhe as fórmulas estruturais e dê os nomes dos isômeros dos alcanos de fórmula C_6H_{14} e C_7H_{16} .

2. O que você conclui a respeito das fórmulas estruturais mostradas na Figura 6: são idênticas ou representam isômeros do pentano?



Figura 6: Cadeias ramificadas com cinco átomos de carbono.

Moléculas que têm fórmulas moleculares idênticas com arranjos estruturais diferentes são chamadas de **Isômeros**.

3. Observe os dados da Tabela 4 e justifique a diminuição da temperatura de ebulição dos isômeros ramificados do pentano.

Tabela 4: Ponto de ebulição de isômeros do pentano

Isômeros do pentano	Fórmula estrutural	Ponto de ebulição (°C)
Pentano	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	36,1
2-metil-butano	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	7,8
2,2-dimetil-propano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	9,5

Os hidrocarbonetos saturados que apresentam estruturas cíclicas (cadeia fechada) constituem a série dos ciclanos. A Figura 7 mostra dois exemplos:

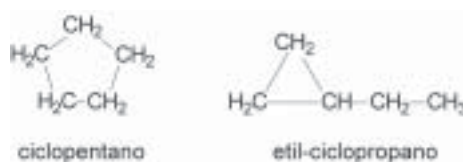


Figura 7: Exemplos de cicloalcanos.

As moléculas dos hidrocarbonetos saturados são apolares e mantêm-se unidas, no sólido ou no líquido, através das forças de *Van der Waals* ou forças de *London*, que atuam apenas entre as superfícies das moléculas que estão em contato. Conseqüentemente, quanto maior a molécula, maior será sua área de interação e mais intensas as forças intermoleculares.

Por serem apolares, os alcanos são solúveis em solventes apolares ou fracamente polares, como benzeno, éter, clorofórmio, e são insolúveis em solventes altamente polares, com a água.

PETRÓLEO COMO FONTE DE ENERGIA

Não se sabe exatamente qual é a origem do petróleo. A maioria das evidências indica que foi originado de plantas que viveram nos mares cerca de 500 milhões de anos atrás. Pressão, calor e micróbios converteram o que foi matéria dos seres vivos em petróleo, que ficou aprisionado nos poros das rochas. Hoje em dia, podemos dizer que o petróleo ainda está se formando de sedimentos de seres vivos. Entretanto, sua formação natural é tão lenta que o consideramos como uma fonte natural não-renovável.

Até 1850, a humanidade utilizava madeira, água, vento e a força animal para satisfazer as suas necessidades energéticas. Este quadro mudou radicalmente no século XX, que é um marco na história da humanidade no que diz respeito à utilização de recursos energéticos pois, a partir de então, os combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural – são responsáveis por 85% de toda a energia usada no mundo.

No entanto, as reservas mundiais e o alto consumo desses combustíveis levam a previsões nada otimistas de esgotamento dessas reservas: calcula-se

As moléculas dos hidrocarbonetos saturados são apolares e mantêm-se unidas, no sólido ou no líquido, através das forças de *Van der Waals* ou forças de *London*, que atuam apenas entre as superfícies das moléculas que estão em contato. Conseqüentemente, quanto maior a molécula, maior será sua área de interação e mais intensas as forças intermoleculares.

Hoje em dia podemos dizer que o petróleo ainda está se formando de sedimentos de seres vivos, entretanto sua formação natural é tão lenta que o consideramos como uma fonte natural não-renovável.

que as reservas de petróleo estarão esgotadas em 2100, as de carvão em 2250 e a de gás natural em 2150.

Mas, afinal, como a energia é estocada nos combustíveis e como nós convertamos esta energia química em outras formas de energias mais úteis para a humanidade?

A energia química é estocada nos compostos químicos. Quando ocorre uma reação química, como durante a queima de combustíveis, átomos das moléculas reagentes são reorganizados para formar produtos com um arranjo estrutural mais estável. Parte da energia estocada é liberada na forma de luz e calor.

Com gás oxigênio em abundância e combustão completa, a queima de um hidrocarboneto pode ser descrita pela equação:

hidrocarboneto + gás oxigênio → dióxido de carbono + água + energia térmica

A queima do metano (CH₄) ilustra a energia envolvida em uma reação química. A equação da combustão (queima) do metano é:



Atividade 9

O calor de combustão de uma gasolina é 48,0 kJ/grama. Supondo que a gasolina seja formada somente por octano (C₈H₁₈):

1. Escreva a fórmula estrutural do octano.
2. Escreva a equação da combustão da gasolina indicando a energia liberada por mol de octano queimado.
3. Qual o volume de oxigênio, nas CNTP, necessário para queimar 1 L de gasolina cuja densidade é 0,8 g/cm³?
4. Determine o calor de combustão do octano em kJ/mol.

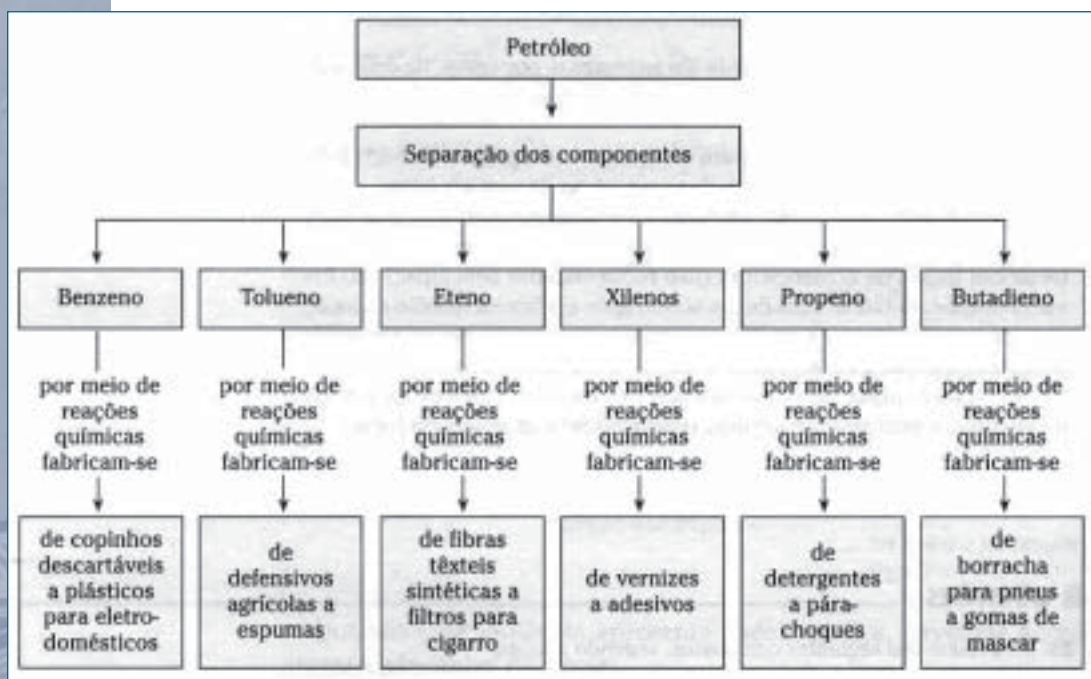
PRODUTOS PETROQUÍMICOS

Há cerca de 150 anos, todos os objetos e materiais usados pelos humanos eram confeccionados de madeira, pedra, vidro e metais. As fibras eram de algodão, linho ou seda. Todos os medicamentos e aditivos adicionados aos alimentos provinham de fontes naturais. Os únicos plásticos eram feitos da celulose da madeira e de substâncias animais.

Hoje em dia, os materiais e objetos mais comuns são *sintéticos* – criados pela indústria química do petróleo e do gás natural. Tais compostos são chamados de *petroquímicos*. Estes produtos revolucionaram o nosso modo de viver e trabalhar. Alguns petroquímicos, como detergentes, pesticidas, farmacêuticos e cosméticos, são usados diretamente. A maioria dos petroquímicos, entretanto, serve como material de partida na produção de outras substâncias sintéticas.

Como mostra a Figura 8, os combustíveis fósseis, e em especial o petróleo, são fontes de matéria-prima para que os químicos sintetizem inúmeros produtos, sem os quais não imaginamos nossa vida no mundo moderno. Portanto, o petróleo não é importante apenas porque fornece combustível, mas também porque a indústria química atual depende quase totalmente dele.

A energia química é estocada nos compostos químicos. Quando ocorre uma reação química, como durante a queima de combustíveis, átomos das moléculas reagentes são reorganizados para formar produtos com um arranjo estrutural mais estável. Parte da energia estocada é liberada na forma de luz e calor.



F. M. Peruzo e E. L. Canto, *Química na abordagem do cotidiano*, vol. 3, Ed. Moderna, 2ª ed.
 Figura 8: Alguns produtos petroquímicos.

O carbono é um átomo muito versátil, pois pode formar ligações com outros átomos de diferentes maneiras. Nas moléculas dos *alcanos*, cada átomo de carbono é ligado a quatro outros átomos. Estes compostos são denominados saturados porque cada átomo de carbono forma ligações simples, usando sua capacidade máxima de ligação a quatro outros átomos. Entretanto, em alguns hidrocarbonetos, um átomo de carbono liga-se a outros três átomos – não a quatro. Esta série de hidrocarbonetos é denominada *alcenos*, e, o alceno mais simples é o eteno, C_2H_4 .

Se cada átomo de carbono deve ter oito elétrons no seu nível energético mais externo, como ocorrem as ligações nos átomos de carbono nos alcenos? Em uma ligação covalente simples, apenas dois elétrons são compartilhados pelos dois átomos da ligação. Em uma dupla ligação, quatro elétrons são compartilhados pelos pares da ligação. Compostos que contêm duplas ligações são classificados como insaturados. Devido às duplas ligações, os alcenos são quimicamente mais reativos que os alcanos. Muitas reações químicas ocorrem na dupla ligação.

Atividade 10

1. Escreva a fórmula de Lewis e a fórmula estrutural para o eteno, C_2H_4 , também chamado de etileno.

2. A nomenclatura dos alcenos é muito semelhante à dos alcanos. Os três primeiros alcenos são: eteno, propeno e buteno. A mesma regra dos alcanos é usada para indicar o número de átomos de carbono da cadeia carbônica mais longa, a cadeia principal. O nome dos alc-en-os termina em -eno. Examine a fórmula molecular do eteno e do buteno. Lembre-se que a fórmula geral dos alcanos é C_nH_{2n+2} . Qual é a fórmula geral dos alcenos?

3. Compare a molécula do eteno com a molécula do etano. Compare os arranjos dos átomos nos dois modelos. Note que, embora você possa girar os dois átomos de carbono do etano da ligação covalente simples, os dois áto-

Compostos que contêm duplas ligações são classificados como insaturados. Devido às duplas ligações, os alcenos são quimicamente mais reativos que os alcanos. Muitas reações químicas ocorrem na dupla ligação.

mos de carbono no eteno resistem à rotação na dupla ligação. Esta é uma característica de todos os átomos de ligação dupla em qualquer molécula constituída por este tipo de ligação.

4. Construa um modelo do buteno (C_4H_8).

a) Quantos arranjos diferentes dos átomos são possíveis? Cada arranjo representa uma substância diferente – outro exemplo de isomeria.

b) Escreva as fórmulas estruturais correspondentes aos modelos.

Para distinguir os isômeros dos alcenos, a cadeia mais longa de carbono é numerada – os átomos de carbono da dupla ligação recebem o menor número da cadeia principal. O nome do isômero começa com o número assinalado no primeiro átomo de carbono da dupla ligação; isto explica os nomes 1-buteno e 2-buteno (Figura 9).

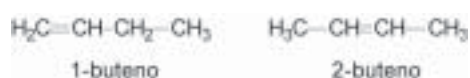


Figura 9: Isômeros de posição do buteno.

Atividade 11

1. Por que a estrutura da Figura 10 tem a fórmula molecular do buteno (C_4H_8), mas é nomeada como metil-propeno?

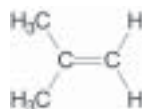


Figura 10: Estrutura do metil-propeno.

2. Quantos isômeros do propeno (C_3H_6) existem?

3. Baseado nos seus conhecimentos de moléculas com ligação simples e ligação dupla entre átomos de carbono, desenhe um modelo de uma molécula de hidrocarboneto com uma ligação tripla. Este modelo representa um membro de uma série conhecida como alc-in-os. Escreva as fórmulas estruturais do etino, conhecido como acetileno (nome não oficial), e do 2-butino.

A dupla ligação nos alcenos impede os átomos de carbono da dupla de rodarem sobre o eixo axial da molécula. Os átomos de carbono da dupla ligação alinham-se em um plano, como pode ser visto na Figura 11.

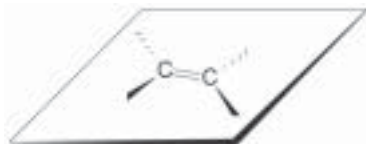


Figura 11: Plano formado pela ligação dupla carbono-carbono.

Este arranjo inflexível entre os átomos de carbono gera a possibilidade do isomerismo cis-trans. Ambos os grupos podem estar do “mesmo lado” da dupla ligação, ou podem estar em “lados opostos”. A linha imaginária que divide os “lados” deve passar pelos átomos de carbono da dupla ligação (Figura 12).



Figura 12: Isômeros cis- e trans- do 2-buteno.

No caso do 2-buteno, os átomos de hidrogênio estão do mesmo lado do plano da dupla ligação. Este arranjo é chamado de isômero *cis* (mesmo lado), e o composto é o cis-2-buteno. O outro composto tem os dois átomos de hidrogênio em posição diagonalmente oposta ao plano da dupla ligação. Este arranjo é o isômero *trans* (oposto), e o composto é o trans-2-buteno.

Atividade 12

1. Considere o composto com a fórmula $C_2H_2Cl_2$.

a) Identifique os isômeros cis e trans, apresentando a fórmula estrutural de cada um deles.

b) Um dos arranjos com a fórmula $C_2H_2Cl_2$ é o composto 1,1-dicloro-eteno. Na molécula deste composto, os dois átomos de cloro estão ligados ao mesmo átomo de carbono. Este composto possui os isômeros cis e trans? Explique sua resposta escrevendo a fórmula estrutural do composto.

Unidade 2

Carvão: outra fonte de energia e matéria-prima

Organizadores

Maria Eunice
Ribeiro Marcondes

Marcelo Giordan

Elaboradora

Rosana Amici
Della Rocca

O carvão mineral é o mais abundante combustível fóssil existente na natureza: extensas reservas são encontradas em diversas regiões do planeta. É utilizado como fonte de energia desde a antiguidade, e seu comércio existe desde o Império Romano. Sua grande disponibilidade foi uma das condições para o início da Revolução Industrial no século XIX e, atualmente, é responsável por 40% da energia elétrica gerada no mundo. Contudo, a partir de 1960, o petróleo substituiu o carvão mineral como principal recurso energético mundial.

Os depósitos de carvão na natureza apresentam diferentes teores de carbono e, dependendo da porcentagem, o carvão recebe os nomes de *linhito*, *hulha* (carvão betuminoso), *antracito* e, finalmente, *grafita*, que pode apresentar até 100% de carbono.

A hulha é a principal fonte de *hidrocarbonetos aromáticos*. Por destilação seca, a temperaturas elevadas (cerca de 1000°C) e na ausência de oxigênio, a hulha fornece diversos gases e vapores, uma mistura líquida constituída de águas amoniacais e alcatrão, e um resíduo sólido, poroso, cinzento, com brilho metálico e rico em carbono, denominado *coque*. O coque é uma matéria-prima fundamental, utilizada na indústria siderúrgica, principalmente no processo de produção do ferro e do aço.

O alcatrão é constituído por uma mistura de compostos aromáticos (hidrocarbonetos e derivados) de grande importância na indústria química. Por destilação fracionada, obtêm-se diversas substâncias: benzeno, xileno, tolueno, fenóis, anilinas, cresóis, antraceno, fenantreno etc., restando ainda um resíduo denominado *piche*.

HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS

Os hidrocarbonetos aromáticos constituem uma classe especial de compostos cíclicos, com um ou mais anéis formados por seis átomos de carbono conectados por ligações simples e duplas que se alternam no anel.

O composto mais simples é o benzeno (C₆H₆), substância líquida, pouco reativa e tóxica que, se inalada, pode causar a morte. É inflamável como todos os hidrocarbonetos e como é formado por moléculas apolares, é insolúvel em água.

Sua fórmula estrutural foi proposta pelo químico alemão August Kekulé (1829-1896), em 1865. Segundo ele, o benzeno poderia ser representado por duas estruturas cíclicas, com os átomos de carbono e hidrogênio no mesmo plano (Figura 13).

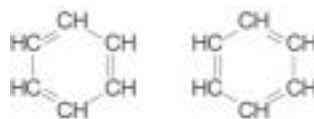


Figura 13: Estruturas do benzeno, segundo Kekulé.

Embora satisfaçam as regras de ligação, essas estruturas não explicam as propriedades químicas (reatividade) do benzeno. Medidas dos comprimentos de ligação, através de raios X, mostraram que as seis ligações carbono-carbono do anel são iguais, apresentando comprimento intermediário entre uma ligação simples e uma dupla. A estrutura proposta atualmente considera a molécula como um híbrido daquelas duas, não podendo ser representada satisfatoriamente por uma apenas (Figura 14).



Figura 14: Estrutura do benzeno (um híbrido entre as duas representações acima).

As duas estruturas, com uma seta indicando dois sentidos entre elas, dão idéia de que as ligações duplas não podem ser localizadas. Por simplificação, apenas uma estrutura é normalmente escrita e sua representação é mostrada na Figura 15.



Figura 15: Estrutura do benzeno (maneira simplificada de representação).

Todos os hidrocarbonetos aromáticos são formados por um ou mais núcleos ou *anéis benzênicos*, como os exemplos da Figura 16.

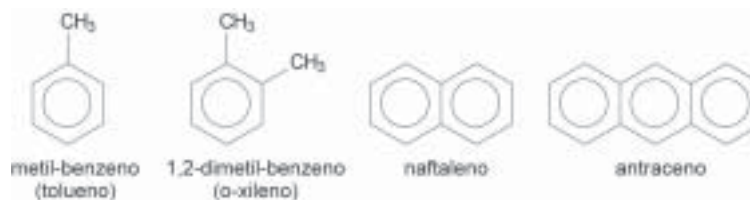


Figura 16: Exemplos de compostos aromáticos.

Pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio da molécula de benzeno, obtêm-se os seus derivados. A Figura 17 mostra alguns exemplos.

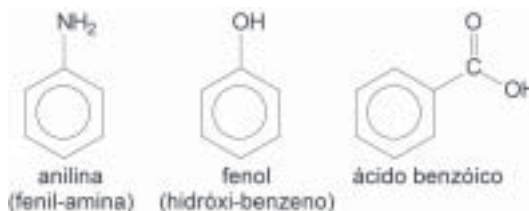


Figura 17: Exemplos de derivados do benzeno.

Os derivados do benzeno por duas substituições de hidrogênio apresentam isômeros cuja diferença está na posição relativa dos dois grupos. As possíveis estruturas para o dimetil-benzeno estão representadas na Figura 18.

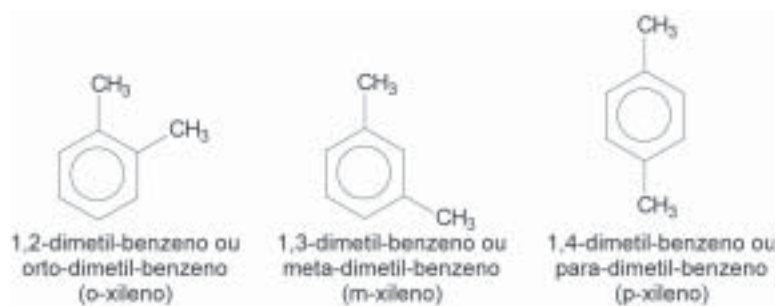


Figura 18: Possíveis estruturas para o dimetil-benzeno.

Atividade 13

1. Quantos átomos de carbono e de hidrogênio estão presentes em uma molécula de antraceno?
2. Escreva as fórmulas estruturais dos isômeros do nitro-etil-benzeno, derivado do benzeno pela substituição de dois átomos de hidrogênio por um radical nitro ($-\text{NO}_2$) e um etil ($-\text{C}_2\text{H}_5$).
3. Desenhe a fórmula estrutural do 2,4,6-tribromo-anilina.

Unidade 3

Álcool: um combustível brasileiro

Organizadores

Maria Eunice
Ribeiro Marcondes

Marcelo Giordan

Elaboradora

Rosana Amici
Della Rocca

Da cana-de-açúcar, recurso renovável, obtemos um dos combustíveis utilizados no Brasil: o álcool etílico ou etanol (C_2H_5OH).

Vimos que os combustíveis fósseis são importantes fontes de energia e matéria-prima. No entanto, eles não são recursos renováveis, isto é, estarão esgotados em um futuro próximo, o que é motivo de preocupação e de decisões.

Da cana-de-açúcar, recurso renovável, obtemos um dos combustíveis utilizados no Brasil: o álcool etílico ou etanol (C_2H_5OH).

Observe o esquema da produção de açúcar e de álcool na Figura 19.

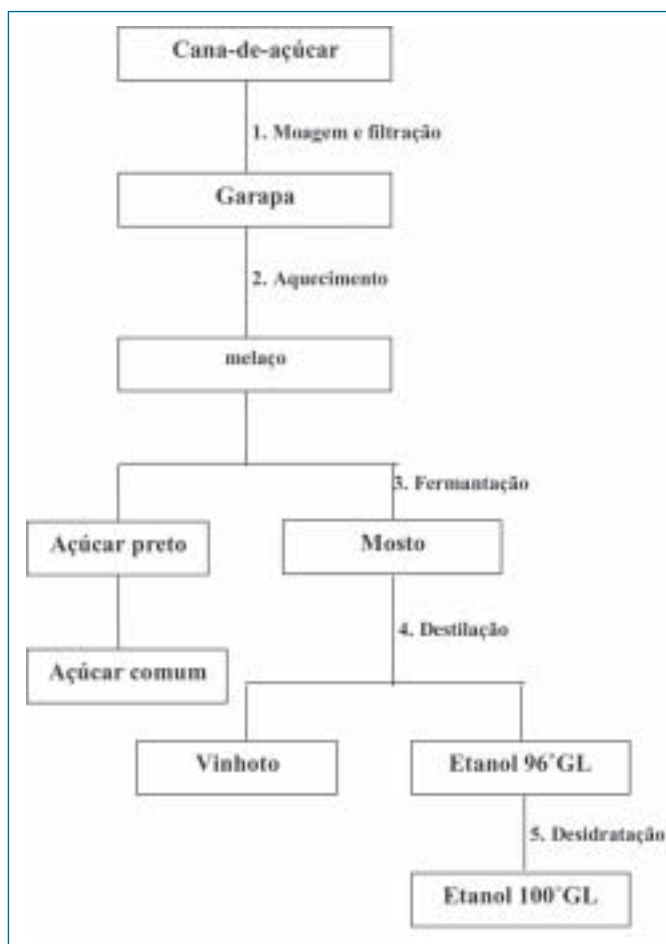


Figura 19: Esquema de produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar.

A fermentação (Figura 20) é resultante da ação catalítica de enzimas presentes no levedo de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*), que transformam a sacarose presente no melão em açúcares mais simples, como glicose e frutose, e estes em álcool etílico e gás carbônico.

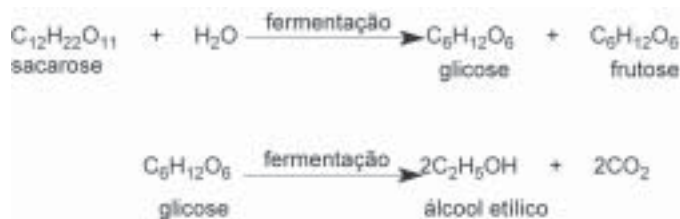


Figura 20: Produtos da fermentação da sacarose.

Sempre que utilizamos o termo “álcool” no nosso cotidiano, estamos nos referindo ao álcool etílico, o mais conhecido dos álcoois. Entretanto, este termo designa uma classe de compostos orgânicos oxigenados, que pode ser considerada derivada dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por hidroxilas (-OH) (Figura 21).

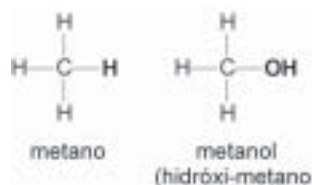


Figura 21: Substituição de um hidrogênio de um alcano por hidroxila, gerando um álcool.

O grupo **R** pode ser de cadeia aberta ou cíclica e conter insaturações ou anel aromático, como mostra a Figura 22:

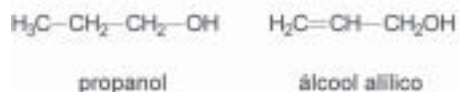


Figura 22: Exemplos de álcoois.

Atividade 14

1. Complete a Tabela 5:

Tabela 5: Álcoois – fórmulas e classificação.

Nome	Fórmula estrutural	Classificação
Etanol	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	Álcool primário
	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Álcool secundário
Metil-2-propanol		
3,3-dimetil-2-butanol		
Propano-1,2,3-triol (glicerina)		

O termo **álcool** designa uma classe de compostos orgânicos oxigenados, que pode ser considerada derivada dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por hidroxilas (-OH).

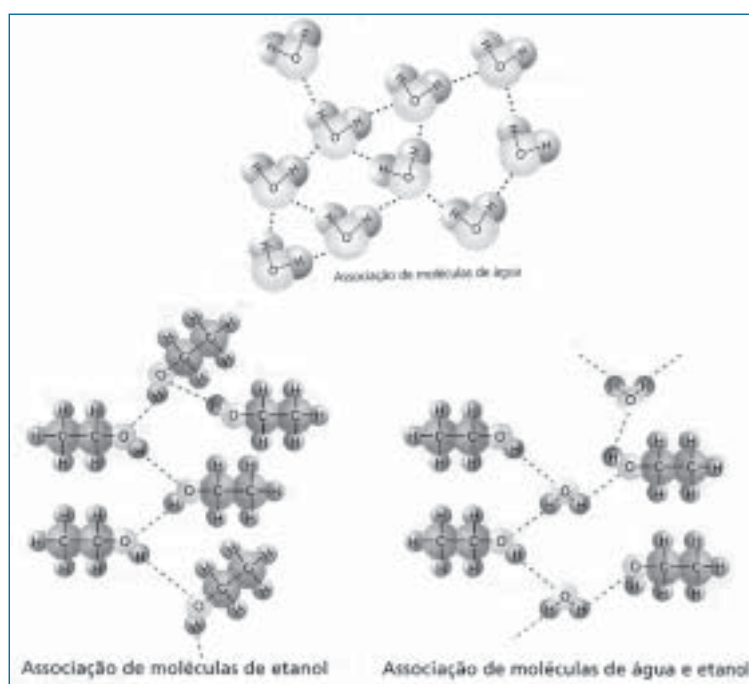
PROPRIEDADES DOS ÁLCOOIS

Por causa da hidroxila, as moléculas dos álcoois são polares, apresentando comportamento muito diferente dos hidrocarbonetos. Uma notável diferença é os álcoois de baixa massa molecular serem solúveis em água.

As propriedades dos álcoois são determinadas pela presença do grupo hidroxila na sua estrutura molecular. Contudo, esse grupo difere muito do íon hidróxido (OH⁻). Ele não se ioniza em água e, portanto, não confere aos álcoois propriedades nitidamente básicas, como acontece com as bases inorgânicas.

Também por causa da hidroxila, as moléculas dos álcoois são polares, apresentando comportamento muito diferente dos hidrocarbonetos. Uma notável diferença é o fato de os álcoois de baixa massa molecular serem solúveis em água.

As moléculas de álcool, à semelhança das moléculas de água, estão associadas. Essa associação intermolecular é chamada *ligação de hidrogênio* ou *ponte de hidrogênio*. Por essa razão, é possível misturar os dois tipos de moléculas: estabelecem-se novas interações intermoleculares, do mesmo tipo, entre moléculas de água e de álcool (Figura 23).



E. R. Silva, O. S. Nóbrega e R. H. Silva, *Química – Transformações e Aplicações*, Editora Ática, SP, pp. 251 e 252, 2001.

Figura 23: Ligação de hidrogênio na água, no álcool e na mistura água-álcool.

Atividade 15

Tabela 6: Ponto de ebulição de alcanos e álcoois.

Substância	Temperatura de ebulição (°C)	Substância	Temperatura de ebulição (°C)
metano	-162	metanol	64,5
etano	-88,5	etanol	78,3
butano	0	1-butanol	118
		2-butanol	99,5

A partir dos dados da Tabela 6, podemos observar que:

a) A temperatura de ebulição dos álcoois aumenta com o aumento do número de átomos de carbono na molécula.

b) A temperatura de ebulição dos álcoois é maior que a temperatura de ebulição dos hidrocarbonetos, quando comparamos cadeias carbônicas de mesmo número de átomos de carbono.

c) Nos álcoois com mesmo número de átomos de carbono na molécula, o de cadeia ramificada tem temperatura de ebulição menor que a do álcool de cadeia normal.

1. Explique qual(is) das afirmativas acima pode(m) ser justificada(s) a partir da interação por ponte de hidrogênio.

REATIVIDADE DOS ÁLCOOIS

Álcoois podem se obtidos por hidratação de alcenos na presença de um ácido que atua como catalisador (Figura 24):



Figura 24: Hidratação de alcenos.

A reação inversa (desidratação dos álcoois) ocorre em presença de ácido sulfúrico concentrado a quente. A água é formada pela junção do grupo hidroxila e um átomo de hidrogênio, através de uma reação intramolecular (Figura 25):



Figura 25: Desidratação de álcoois.

Os álcoois podem sofrer desidratação *intermolecular*, em que interagem duas moléculas de álcool: uma fornecendo o grupo hidroxila e a outra o átomo de hidrogênio (Figura 26). Os produtos desse tipo de desidratação formam outra classe de compostos chamados *éter*, que são compostos formados por moléculas com um átomo de oxigênio ligado a dois radicais derivados de hidrocarbonetos, que podem ser iguais ou diferentes.

Éteres são principalmente usados como solventes, sendo o mais conhecido o éter dietílico, chamado simplesmente de éter. Este, antigamente, era vendido em farmácias e também já foi usado como anestésico. Atualmente, a sua venda é proibida, pois como esta substância é utilizada no preparo de drogas ilícitas, não pode permanecer livre nas prateleiras de supermercados e farmácias.

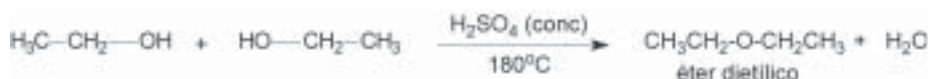


Figura 26: Desidratação intermolecular de álcoois – formação de éteres.

Tanto a desidratação intermolecular quanto a intramolecular são catalisadas por ácido sulfúrico. Os produtos formados dependem da temperatura em que a reação ocorre e do tipo de álcool utilizado: primário, secundário e terciário. A desidratação intermolecular, formando éteres, é mais comum para os álcoois primários. Álcoois secundários e terciários tendem a desidratar-se intramolecularmente, produzindo os alcenos correspondentes.

Éteres são compostos formados por moléculas com um átomo de oxigênio ligado a dois radicais derivados de hidrocarbonetos, que podem ser iguais ou diferentes.

A desidratação intermolecular, formando éteres, é mais comum para os álcoois primários. Álcoois secundários e terciários tendem a desidratar-se intramolecularmente, produzindo os alcenos correspondentes.

Aldeído, que são substâncias que apresentam o grupo carbonila (C = O), onde o átomo de carbono desse grupo está ligado a um radical alquila e a um átomo de hidrogênio.

Os álcoois também podem ser oxidados originando um *aldeído* (Figura 27), que são substâncias que apresentam o grupo carbonila (C = O), em que o átomo de carbono está ligado a um radical alquila e a um átomo de hidrogênio.

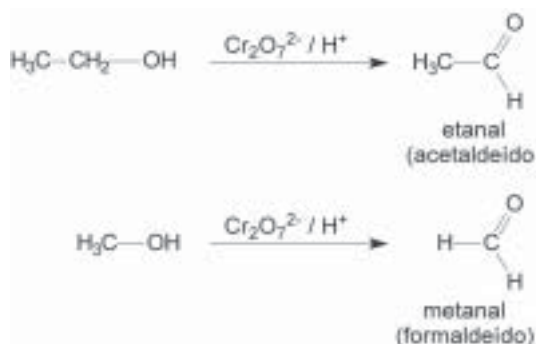


Figura 27: Formação de aldeídos pela oxidação de álcoois.

Ácido carboxílico, que são substâncias que apresentam o grupo carboxila (COOH), ligado a um radical alquila ou arila.

A oxidação de álcoois também podem fornecer um *ácido carboxílico*, substância que apresenta o grupo carboxila (-COOH) ligado a um radical alquila ou arila (Figura 28).

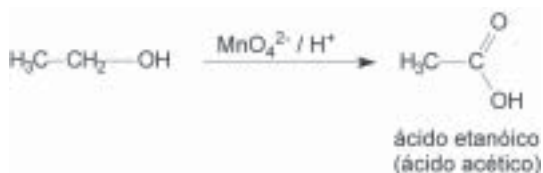


Figura 28: Oxidação de álcoois com formação de ácidos carboxílicos.

As cetonas, à semelhança dos aldeídos, são substâncias que apresentam o grupo carbonila (C = O), mas o átomo de carbono desse grupo está ligado a dois radicais alquila, enquanto nos aldeídos a apenas um.

Essas reações são características dos álcoois primários. Quando um álcool secundário é oxidado, obtém-se a *cetona correspondente* por permanganato ou dicromato de potássio em meio ácido (Figura 29). As cetonas, à semelhança dos aldeídos, são substâncias que apresentam o grupo carbonila (C = O), mas o átomo de carbono desse grupo está ligado a dois radicais alquila, enquanto nos aldeídos está ligado a apenas um.

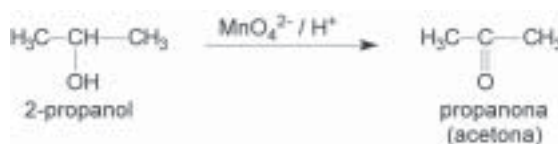


Figura 29: Oxidação de álcoois secundários com formação de cetonas.

Aldeídos, cetonas e ácidos carboxílicos são muito úteis. Além de poderem ser transformados pelas indústrias em diferentes substâncias, alguns são muito usados no nosso dia-a-dia. O ácido acético, por exemplo, é o ácido presente no vinagre. A acetona, nome comum da propanona, era muito usada pelas mulheres como solvente, para a remoção de esmalte. Com a sua venda proibida, outros solventes, geralmente misturas, são vendidas como removedores de esmalte. O formol, muito utilizado nos laboratórios de anatomia para conservação das peças, nada mais é do que o metanal, ou formaldeído.

Atividade 16

1. Explique como se dá a eliminação de água na reação de formação de éter-dietílico a partir de etanol, utilizando as fórmulas estruturais das substâncias.

2. Lembrando que a desidratação de um álcool pode ser intermolecular ou intramolecular, complete as equações abaixo com os produtos mais prováveis, dando seus respectivos nomes:



3. (Fuvest-SP) Uma mistura aquosa de dicromato de potássio e ácido sulfúrico oxida os álcoois primários a aldeídos e os álcoois secundários a cetonas. Por outro lado, tanto os álcoois primários quanto os secundários, tratados apenas com ácido sulfúrico a quente, poderão formar alcenos.

a) Escreva a fórmula estrutural do produto da oxidação do 1-butanol.

b) Escreva as fórmulas estruturais dos possíveis alcenos formados pela desidratação do 2-butanol.

4. A respeito de isomeria nos compostos orgânicos, considere a 2-pentona. Identifique, representando a fórmula estrutural, todos os seus isômeros (de posição, de cadeia e de função).

Unidade 4

Polímeros

Organizadores

Maria Eunice
Ribeiro Marcondes

Marcelo Giordan

Elaboradora

Denise Curi

Polímeros (poli = muitos, mero = partes) são macromoléculas, moléculas muito grandes, formadas por partes que se repetem, conhecidas como monômeros. Cada molécula de polímero contém de 500 a 20000 monômeros ligados entre si, formando o que chamamos de cadeia polimérica.

Como você viu anteriormente, o petróleo, além de fonte de combustível, é a principal fonte de matéria-prima para a indústria química. Se antigamente os materiais usados pelos humanos eram confeccionados de madeira, pedra, vidro, metais, fibras (de algodão, linho ou seda), e os únicos plásticos eram feitos da celulose extraída da madeira, hoje em dia os materiais e objetos mais comuns são *sintéticos* – criados pela indústria química do petróleo e do gás natural.

Estes produtos sintéticos, chamados de petroquímicos, servem como materiais de partida na produção de outras substâncias sintéticas, como você pôde ver na Figura 8. Entre estas substâncias, uma classe importantíssima é a dos polímeros.

Atividade 17

Lembre dos produtos que você tem na sua casa. Quais são feitos de plásticos, fibras e/ou resinas?

Polímeros podem ser sintéticos, como os utilizados para produzir a maioria dos produtos que você citou na atividade anterior, mas também podem ser naturais, como o amido que comemos, a celulose que usamos em roupas e papéis, ou as proteínas que formam o couro e a seda que usamos em nossas roupas.

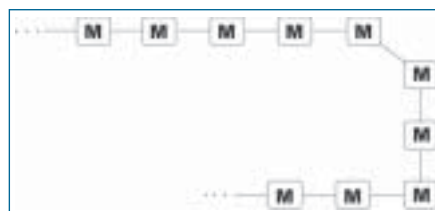
Afinal, o que são polímeros? Polímeros (poli = muitos, mero = partes) são macromoléculas, ou seja, moléculas muito grandes, formadas por partes que se repetem, conhecidas como monômeros. Cada molécula de polímero contém de 500 a 20.000 monômeros ligados entre si, formando o que chamamos de cadeia polimérica.

Atividade 18

Imagine que cada monômeros possa ser representado por cliques ou argolas de chaveiro. Como você poderia criar um modelo para uma molécula (cadeia) polimérica?

Podemos representar a cadeia polimérica que você criou como mostra a Figura 30.

Figura 30: Esquema de uma molécula de polímero, onde M representa o monômero.



Como essas moléculas são muito grandes, elas interagem entre si e com partes dela mesmo, o que explica muitas de suas propriedades. Essas propriedades (por exemplo, resistência à temperatura, a produtos químicos, flexibilidade/rigidez, resistência mecânica etc.) são dependentes da estruturas das moléculas poliméricas.

Nesta unidade estudaremos alguns polímeros sintéticos, como polietileno, cloreto de polivinila, poliestireno, poliésteres, poliamidas. Na Unidade 4 nos dedicaremos aos polímeros naturais.

POLIETILENO

O polietileno (Figura 31) é o polímero sintético mais simples, composto apenas de átomos de H e C. O monômero do qual ele é obtido é o etileno, nome usual para eteno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), um hidrocarboneto insaturado.

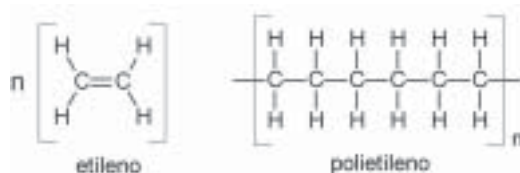


Figura 31: Polietileno e seu monômero.

A presença de ligação dupla carbono-carbono confere a essa molécula propriedades especiais, entre elas a de sofrer *reação de adição*.

Reação de adição é uma reação típica de compostos com ligações duplas ou triplas, em que uma molécula se adiciona a outra fornecendo apenas uma molécula como produto final, como pode ser visto na Figura 32. É necessária a presença de um catalisador, que pode ser um radical livre ou um cátion (geralmente H^+), para dar início à reação, permitindo a quebra de uma das ligações da ligação $\text{C}=\text{C}$.

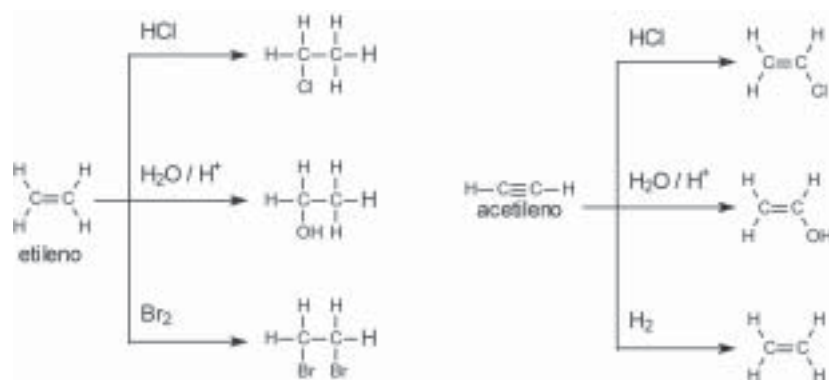


Figura 32: Exemplos de reação de adição em alcenos e alcinos.

Para dar o nome a uma molécula polimérica, utilizamos o prefixo *poli* + nome do monômero. Por exemplo, *polietileno*.

Atividade 19

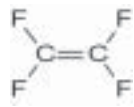
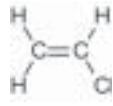
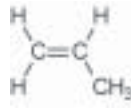
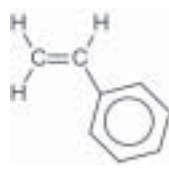
Complete a tabela 7 colocando o nome dos monômeros, o nome do polímero formado, a sua sigla e parte da cadeia polimérica (contendo 3 ou 4 unidades do monômero).

O polietileno é o polímero sintético mais simples, composto apenas de átomos de H e C. O monômero do qual ele é obtido é o etileno, nome usual para eteno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), um hidrocarboneto insaturado.

Reação de adição é uma reação típica de compostos com ligações duplas ou triplas, onde uma molécula se adiciona a outra fornecendo apenas uma molécula como produto final.

Observe que para dar o nome a uma molécula polimérica utilizamos o prefixo **poli** + *nome do monômero*.

Tabela 7: Mônmeros de alguns dos plásticos mais comuns.

Monômero	Polímeros correspondente	Aplicações
		Fita veda-rosca, anti-aderente para panelas e frigideiras (Tefloná).
		Tubulações plásticas, filmes para embalar alimentos.
		Cordas, assentos de cadeira.
		Isolante térmico (isopor), pratos, xícaras, copos descartáveis.

Você já aprendeu que os compostos de carbono formam cadeias lineares e ramificadas, além de compostos cíclicos. As cadeias poliméricas obtidas na polimerização de adição também possuem ramificações. Elas são muito importantes, pois modificam as propriedades do produto final.

Por exemplo, existem polietilenos de alta e baixa densidade (PEAD e PEBD, respectivamente). O PEAD é a forma do polietileno que possui ramificações pequenas e em menor quantidade, o que torna possível uma maior compactação, devido à maior interação entre as moléculas, gerando um produto de maior rigidez. No caso do PEBD, as ramificações são muitas e grandes. Conseqüentemente, as interações intermoleculares são muito fracas, o que faz com que o produto final seja muito mais flexível. Essa pequena diferença torna possível que o PEAD seja usado em frascos para produtos de limpeza, enquanto que o PEBD é muito usado na produção de sacolas de supermercado.

Atividade 20

As cadeias poliméricas não são retas como costumamos desenhar, e sim onduladas. Você se lembra do modelo que construiu com os cliques? Por isso, podemos representá-las com sendo linhas onduladas.

Como você poderia representar uma molécula de PEAD e uma de PEBD? Pense agora que você tem uma hiperlente de aumento e pode ver as moléculas de PEAD de um frasco de shampoo, e as moléculas de PEBD de uma sacola de supermercado. Como você poderia representá-las? A partir dessas representações, explique a diferença de densidade entre PEAD e PEBD.

Alguns dos principais polímeros de adição são mostrados na Tabela 7. Esses polímeros são também conhecidos como termoplásticos, pois são relativamente rígidos à temperatura ambiente e, quando aquecidos, fundem, podendo ser moldados novamente.

Esses polímeros são também conhecidos como termoplásticos, pois são relativamente rígidos à temperatura ambiente e, quando aquecidos fundem podendo ser moldados novamente.

POLIÉSTERES E POLIAMIDAS

Uma outra maneira de se obter polímeros é por uma reação de condensação. Numa reação de condensação, duas moléculas reagem, gerando uma molécula mais complexa e liberando uma molécula muito simples (geralmente água). Poliésteres, como o PET, e poliamidas, como o nylon, são obtidos através desse processo. O PET é o polímero usado na confecção das garrafas de água mineral e de refrigerante, e que pode ser reciclado para reutilização na produção de novas garrafas, ou na produção de roupas. O nylon é transformado em fibras, utilizadas principalmente na confecção de roupas.

Os poliésteres são formados pela reação de condensação entre um álcool (rever Unidade 2 – Petróleo) e um ácido carboxílico, ambos bifuncionais. Mas o que são ácidos carboxílicos?

São compostos orgânicos que possuem o grupo carboxila (-COOH) na sua estrutura. Esse grupo confere um caráter ácido à molécula; portanto, se ele for dissolvido em água, será capaz de gerar um próton (H^+). A Figura 33 mostra diferentes maneiras de representarmos o ácido metanóico.

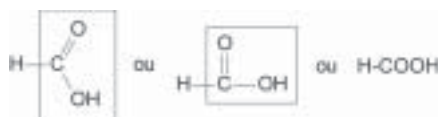


Figura 33: Diferentes maneiras de representar o ácido metanóico (ácido fórmico).

Atividade 21

Sabendo que o ácido carboxílico com um átomo de carbono recebe o nome de *ácido metanóico*, como você nomearia ácidos com dois, três, quatro e cinco átomos de carbono? Escreva a fórmula estrutural para cada um desses compostos.

Outra característica dos ácidos carboxílicos é sofrer reações de substituição, em que o grupo OH (hidroxila) do ácido carboxílico pode ser substituído por grupos OR (quando reage com um álcool) gerando *ésteres*, como no exemplo mostrado na Figura 34, onde $R = -CH_3$. Observe que, enquanto os ácidos carboxílicos têm como grupo funcional o grupo -COOH, os ésteres têm como grupo funcional o grupo -COOR.

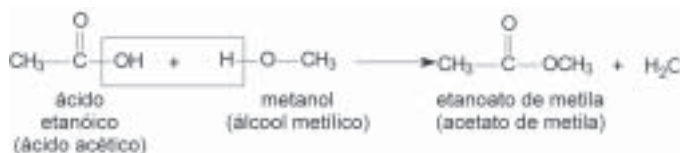


Figura 34: Reação de esterificação.

Para formar o poliéster, precisamos de um diácido reagindo com um diálcool, para que seja possível o crescimento da cadeia polimérica.

Atividade 22

Sabendo que o polímero conhecido como PET (poli tereftalato de etileno) é obtido pela condensação do etilenoglicol com o ácido tereftálico (Figura 35), como você:

1. Esquematizaria a reação de formação do monômero que origina o PET?

Numa reação de condensação duas moléculas reagem, gerando uma molécula mais complexa e liberando uma molécula muito simples, geralmente água.

Os ácidos carboxílicos podem sofrer reações de substituição, onde o grupo -OH (hidroxila) do ácido carboxílico pode ser substituído por grupos -OR (quando reage com um álcool) gerando ésteres.

e da diamina 1,6-hexanodiamina – $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_2-\text{NH}_2$, como você esquematizaria a sua reação de formação?

O nylon apresenta uma estrutura de certo modo muito semelhante às moléculas que originam a seda, que são proteínas. As poliamidas são polímeros sintéticos e, de certo modo, semelhantes às proteínas, pois ambos contêm o grupo amida milhares de vezes repetido na sua molécula. Na próxima unidade veremos com um pouco mais de detalhes a estrutura de proteínas e de outros polímeros naturais.

Antes de seguirmos para a próxima unidade, é importante lembrar que as propriedades dos materiais poliméricos estão diretamente relacionadas à sua estrutura. Por exemplo, polímeros que contêm na sua estrutura muitos grupos OH ou NH_2 , geralmente originam produtos capazes de absorver água, pois esses grupos formam *ligações de hidrogênio* com as moléculas da água. Esta também é a razão pela qual o papel molha: a celulose que forma o papel possui na sua molécula inúmeros grupos OH. No caso da sacola de supermercado, feita de PEBD, essas ligações de hidrogênio são impossíveis, já que o polímero é constituído apenas de átomos de C e H, de eletronegatividade muito parecidas; a sacola de supermercado não absorve água, já que as moléculas de polietileno são apolares.

As ligações de hidrogênio não são importantes apenas para determinar as propriedades dos materiais poliméricos. No caso de álcoois, ácidos carboxílicos e aminas, propriedades como solubilidade em água ou temperatura de ebulição são muito diferentes das de moléculas de peso molecular semelhante mas que não possuem grupos OH ou NH_2 (ou NH). Isto acontece porque estes grupos são capazes de formar ligações de hidrogênio com a água e com outras moléculas que possuem esses mesmos grupos. Por exemplo, se pensarmos nas moléculas de etanol, elas fazem ligações de hidrogênio entre si (veja a Figura 23); portanto, o ponto de ebulição do etanol é muito maior que o ponto de ebulição do etano. A Tabela 8 apresenta dados que mostram essas diferenças.

Atividade 25

Tabela 8: Ponto de ebulição e solubilidade em água de alguns compostos.

Composto	P.E. (°C)	Solubilidade em água
etano (CH_3-CH_3)	-88,6	insolúvel
etanol ($\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$)	78,5	muito solúvel
ácido etanóico (CH_3-COOH)	118,0	muito solúvel
etil-amina ($\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{NH}_2$)	16,6	solúvel

1. Observe os dados da Tabela 8 e através das estruturas explique as diferenças nos P.E. do etanol e do ácido acético (etanóico).

2. Ainda em relação aos dados da Tabela 8, as ligações de hidrogênio são mais fortes nos grupos OH ou NH_2 ? Explique em função das diferenças de eletronegatividade do oxigênio e do nitrogênio.

Atividade 26

Nas lojas de material esportivo, é comum encontrarmos toalhas superabsorventes que são feitas de PVA (polivinil álcool). Explique por que elas são tão eficientes, em função da estrutura do polímero em questão.

Unidade 5

Polímeros naturais

Organizadores

Maria Eunice
Ribeiro Marcondes

Marcelo Giordan

Elaboradora

Denise Curi

Proteínas são polímeros naturais cujo monômero é uma aminoácido.

Os polímeros naturais, assim como os sintéticos, também são constituídos de blocos que se repetem. Os mais importantes são: proteínas, carboidratos (entre eles o amido e a celulose), DNA e RNA. Nesta unidade, vamos nos dedicar a proteínas e amidos, pois além do seu valor nutricional, também têm valor como materiais que podem ser processados para produzir bens de consumo, como a seda e o couro, no caso das proteínas, e papel e roupas de algodão, no caso da celulose.

PROTEÍNAS

As proteínas são polímeros cujos blocos, os monômeros, são conhecidos como aminoácidos. Os aminoácidos são compostos que possuem dois grupos funcionais na sua estrutura, o grupo amina ($-\text{NH}_2$) e o grupo carboxila ($-\text{COOH}$), como mostra a Figura 38.

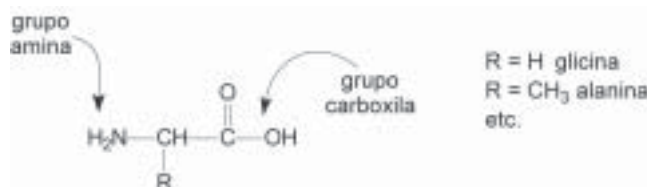


Figura 38: Estrutura básica de um aminoácido.

Como vimos na formação do Nylon, os grupos carboxila e amina reagem numa reação de condensação formando amida e água (Figura 39). O grupo amida formado recebe, neste caso, o nome de ligação peptídica.

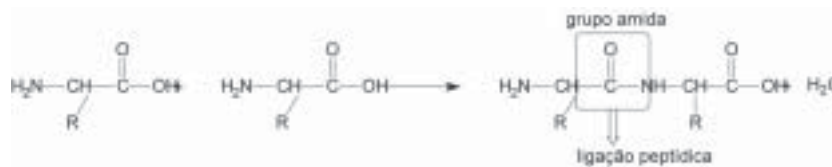


Figura 39: Reação entre aminoácidos gerando uma ligação peptídica (amida).

A diferença principal entre o Nylon e as proteínas é que, no primeiro, o monômero é sempre igual, enquanto nas proteínas os aminoácidos são diferentes. No corpo humano, as proteínas são formadas por 22 aminoácidos diferentes (22 R diferentes na Figura 38), que se repetem aleatoriamente. Destes 22 aminoácidos, dez são chamados de essenciais, ou seja, não são produzidos pelo corpo humano; portanto, precisamos ingeri-los na alimentação.

Os principais alimentos que contêm proteínas são todos os tipos de carne, os derivados de leite, ovos, e grãos como feijão, lentilha etc. As enzimas são proteínas, assim como os músculos, a pele, as mucosas e o cabelo, todos constituídos basicamente de proteínas.

Em termos de aplicações tecnológicas das proteínas, temos a seda, o couro, além de materiais obtidos de chifres (como pentes), colágeno, tutano de boi etc.

CARBOIDRATOS

Os carboidratos são a nossa principal fonte de energia, uma vez que a partir deles obtemos a glicose, nosso combustível. Eles são formados apenas por átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio. A razão entre o número de átomos de hidrogênio e de oxigênio, nos carboidratos mais simples, é sempre de 2:1, como na água. A fórmula da glicose é $C_6H_{12}O_6$ (Figura 40). Podemos, então, concluir que a fórmula empírica para a maioria dos carboidratos é $C_n(H_2O)_n$.

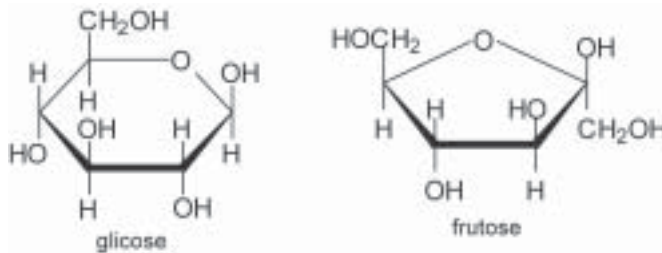


Figura 40: Um dos possíveis isômeros da glicose e da frutose.

Os carboidratos podem ser encontrados na forma de monossacarídeos – como a glicose e a frutose –, dissacarídeos – como a sacarose (do açúcar refinado) e a lactose (o açúcar do leite) – e polissacarídeos – como o amido e a celulose.

A celulose e o amido são polímeros cujo monômero é a glicose. A única diferença entre eles é a forma como as unidades de glicose estão ligadas entre si. No caso do amido, a ligação C-O-C que une os anéis está apontando na mesma direção, o que faz com que a molécula fique “arredondada”. Já na celulose, a ligação C-O-C que une os anéis ora está voltada para cima, ora para baixo, fazendo com que a molécula seja mais “reta”. Isto causa uma grande diferença nas propriedades finais. No caso da celulose, como as moléculas são mais “retas” e existem vários grupos OH, formam-se inúmeras ligações de hidrogênio entre várias cadeias, de modo a formar uma fibra bastante resistente. Por isso a celulose é usada para fabricar tecidos (o algodão, por exemplo). É por isso também que o nosso organismo é capaz de digerir o amido mas não a celulose; as enzimas presentes no nosso aparelho digestivo não conseguem quebrar a celulose, mas conseguem quebrar o amido que, por ter uma forma mais arredondada, tem menos pontos de contato entre cada molécula, sendo muito menos resistente – por isso não temos roupas feitas de amido.

Os carboidratos são a nossa fonte principal de energia, pois a partir dele obtemos a glicose, nosso combustível.

Unidade 6

Óleos e gorduras

Organizadores

Maria Eunice
Ribeiro Marcondes

Marcelo Giordan

Elaboradora

Denise Curi

Óleos e gorduras são ésteres do glicerol (um triálcool), com ácidos graxos de cadeia longa (de 10 a 18 átomos de carbono).

O tempo todo ouvimos dizer que nossa alimentação precisa ser equilibrada e bem balanceada, contendo proteínas, carboidratos e gorduras.

Apesar de só ouvirmos falar que as gorduras são um problema, elas desempenham alguns papéis muito importantes no nosso organismo: fazem parte das membranas celulares, que são, na verdade, lipoproteínas; funcionam como isolantes térmicos; são precursoras de outras substâncias importantes para nosso organismo, além de serem nossa maior fonte de energia, já que 1 g de gordura libera, aproximadamente, 9.000 cal ao ser oxidado e 1g de glicose libera, aproximadamente, 3.800 cal.

Em excesso, entretanto, as gorduras levam à obesidade, ao aumento do colesterol ruim e de triglicérides, gerando diversos problemas de saúde.

Quimicamente falando, óleos e gorduras são ésteres do glicerol (um triálcool), com ácidos graxos e ácidos carboxílicos de cadeia longa (de dez a 18 átomos de carbono), como mostra a Figura 41.

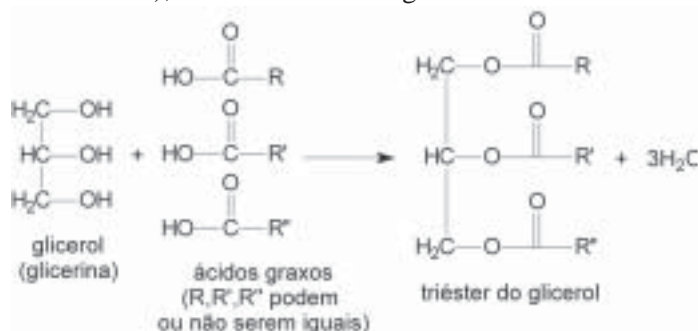


Figura 41: Reação de formação de óleos e gorduras a partir do glicerol e ácidos graxos.

A cadeia dos ácidos graxos pode ser saturada (só contém ligações simples) ou insaturada (com uma ou mais ligações duplas carbono-carbono). A Tabela 9 mostra alguns dos ácidos graxos mais comuns.

Fórmula	Nome	Nº de carbonos	Tipo de cadeia
CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	Ácido láurico	12	Saturada
CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	Ácido mirístico	14	Saturada
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Ácido palmítico	16	Saturada
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Ácido esteárico	18	Saturada
CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	Ácido oléico	18	Insaturada
CH ₃ CH ₂ (CH=CHCH ₂) ₃ (CH ₂) ₆ COOH	Ácido linolênico	18	Insaturada

A diferença entre óleos e gorduras está justamente na cadeia do ácido graxo. Se for um ácido graxo de cadeia saturada, será uma gordura e será sólida, como a manteiga e banha. Geralmente as gorduras são de origem animal.

Se o ácido graxo tiver a cadeia insaturada, será um óleo e será líquido. Geralmente os óleos são de origem vegetal, como o óleo de milho, de girasol, de soja, de mamona etc.

O processo industrial de produção de margarina consiste na hidrogenação catalítica das ligações duplas carbono-carbono dos óleos vegetais, transformando-os em ésteres de ácidos graxos de cadeia saturada – portanto, sólidos como as manteigas (Figura 42). Reações de adição de hidrogênio são típicas de alcenos e alcinos.

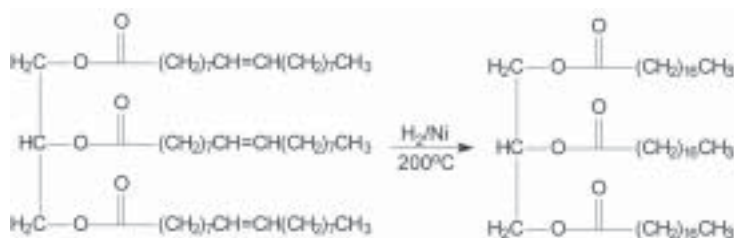


Figura 42: Produção de manteiga através da hidrogenação de óleos vegetais.

Outra reação típica dos óleos e gorduras é a hidrólise. A hidrólise de ésteres é a reação inversa à da sua formação, ou seja, é a reação com água fornecendo o ácido carboxílico e o álcool de origem, como pode ser visto na Figura 43.



Figura 43: Hidrólise de ésteres.

SABÕES E DETERGENTES

Quando a hidrólise da gordura é feita em meio alcalino (NaOH ou KOH), o produto é um sal de sódio ou potássio do ácido graxo (Figura 44). Esse sal é o *sabão* que, antigamente, era produzido fervendo-se gordura animal com cinzas de madeira. Sabe-se que as cinzas são alcalinas devido ao carbonato de potássio presente. Para separar o sabão da mistura, jogava-se NaCl, pois a solubilidade do sabão produzido é muito menor em água com sal do que em água pura.

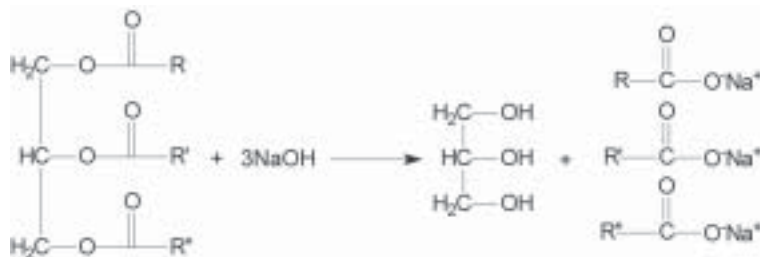


Figura 44: Hidrólise alcalina de gordura (reação de saponificação).

Atividade 27

Antigamente, o sabão era feito usando-se cinzas, que têm caráter básico devido à presença de carbonatos de sódio e/ou potássio. Justifique, a partir das equações de equilíbrio entre o íon carbonato e a água, o caráter básico das cinzas da madeira.

Reação de saponificação é a reação de hidrólise de ácidos graxos em meio alcalino.

Atualmente, os sabões são obtidos fazendo-se a reação do óleo vegetal ou gordura animal com NaOH ou KOH. A reação de hidrólise de ácidos graxos em meio alcalino é conhecida como *reação de saponificação*.

Em regiões onde a água é rica em sais de cálcio e magnésio, conhecida como água dura, o uso de sabão é um problema, pois forma-se o sal de cálcio do sabão, que é insolúvel e impossível de ser retirado da roupa.

Os detergentes foram desenvolvidos para ter o mesmo poder de limpeza de gorduras do sabão, mas sem ter o problema de precipitação de sais de cálcio insolúveis.

Da mesma forma que o sabão tem uma longa cadeia apolar e uma cabeça polar (ver Figura 45), os detergentes também têm. Entretanto, os detergentes são obtidos a partir de derivados do petróleo e o grupo polar não é um sal de ácido carboxílico. O detergente mais comum, muito utilizado nos detergentes de cozinha e lavanderia, é o sal de sódio do sulfonato de dodecilbenzeno (Figura 45), cujo grupo polar é o SO_3Na^+ .

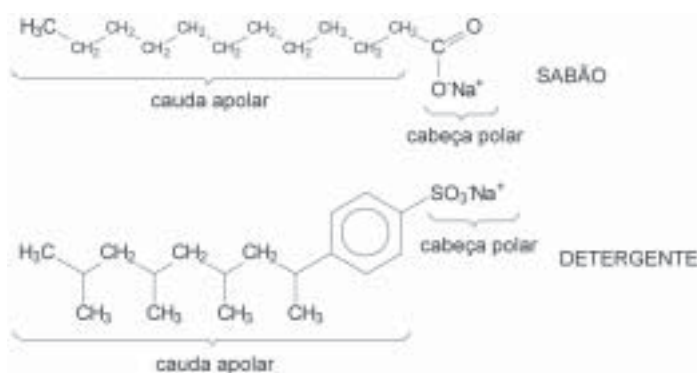


Figura 45: Semelhanças entre as estruturas do sabão e do detergente.

Existem três tipos de detergentes (o que muda é a cabeça polar, como mostra a Figura 46). Os detergentes utilizados na cozinha e na lavanderia, os shampoos e sabonetes líquidos são os *aniônicos*. Os *catiônicos* são usados em condicionadores e amaciantes, principalmente para neutralizar as cargas negativas dos detergentes aniônicos usados na lavagem e que não tenham sido completamente removidos no enxágüe. Nos *não-iônicos*, o grupo polar contém vários grupos éteres, como:

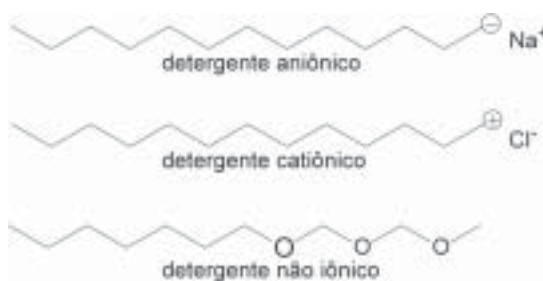
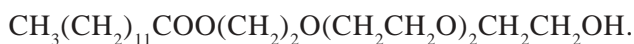


Figura 46: Três tipos de detergentes.

BIODIESEL: UM COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO

A busca de uma alternativa energética para os combustíveis fósseis retorna à agenda internacional com um elemento novo: a crescente preocupação

ambiental, tendo em vista a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa.

O biodiesel é uma evolução na tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa, matéria de origem vegetal utilizada como fonte de energia, iniciada pelo aproveitamento de óleos vegetais. Como os óleos vegetais, o biodiesel não contém enxofre e não gera poluentes durante sua produção industrial. É obtido pela reação de óleos vegetais, principalmente óleo de soja, com álcool etílico ou metílico, em meio básico, processo conhecido como *transesterificação*. Um exemplo de reação de transesterificação utilizando o metanol pode ser visto na Figura 47. Os produtos da reação química são um éster – o biodiesel – e o glicerol. Os ésteres obtidos têm características físico-químicas muito semelhantes às do óleo diesel.

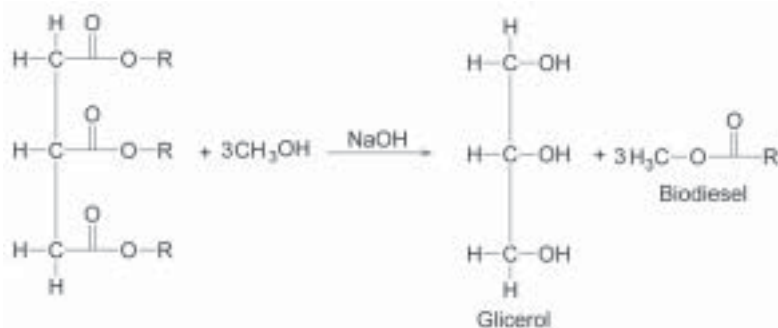


Figura 47: Reação de transesterificação.

Uma das grandes vantagens do biodiesel é sua adaptabilidade aos motores de ciclo diesel, configurando-se em uma alternativa técnica capaz de atender toda a frota já existente movida a óleo diesel.

Um outro óleo vegetal, o óleo de mamona, já tem a sua eficácia verificada e comprovada como biodiesel. Além disso, temos um parâmetro social muito importante que associa a geração de renda ao uso de terras de baixo valor aquisitivo, devido à utilização de uma cultura xerófila (cultura de vegetais resistentes ao calor e à baixa quantidade de água), apropriada para as regiões semi-áridas das regiões Norte e Nordeste do Brasil, contribuindo de forma direta e expressiva para a independência energética brasileira ao domínio do óleo diesel.

Bibliografia

- E. R. Silva, O. S. Nóbrega e R. H. Silva, *Química – Transformações e Aplicações*, Editora Ática, SP, 2001.
- A. Streitwieser, C. H. Heathcock e E. M. Kosower, *Introduction to Organic Chemistry*, 4th Ed., Macmillan Publishing Company, NY, 1992.
- J. R. Holum, *Fundamentals of General, Organic, and Biological Chemistry*, 5th Ed., John Wiley & Sons, Inc. NY, 1994.
- R. Gallagher, P. Ingram e P. Whitehead, *New Co-ordinated Science – Chemistry*, 2nd Ed., Oxford University Press, 1989.
- L. Stryer, *Biochemistry*, 4th Ed., W. H. Freeman and Company, NY, 1995.
- American Chemical Society, *ChemCom – Chemistry in the Community*, 3rd Ed., Kendall/Hunt Publishing Company, 1998.

Biomassa é material de origem vegetal utilizada como fonte de energia.

O óleo de soja comercial que tem uma composição média onde mais de 95% do teor de ácidos graxos está centrada em cinco ácidos graxos principais: palmítico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico.

N. L. Allinger, M. P. Cava, D. C. De Jongh, C. R. Johnson, N. A. Lebel e C. L. Stevens, *Química Orgânica*, 2nd Ed, Ed. Guanabara Dois, 1976.

Sobre as autoras

Rosana Amici Della Rocca

Licenciada e Bacharel em Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo, é mestre em Ciências (Área de concentração: Química Orgânica) pela mesma instituição. Foi professora substituta do curso de Metodologia de Ensino de Química da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e atualmente é professora do Ensino Médio da Escola Vera Cruz, em São Paulo.

Denise Curi

Licenciada e Bacharel com Atribuições Tecnológicas pelo Instituto de Química da USP, é doutora em Ciências (Área de concentração: Química Orgânica) pela mesma instituição. Realizou pós-doutoramento no Chemistry Department of Harvard University, EUA, no Departamento de Química Orgânica do IQ-Unicamp e no Departamento de Bioquímica do IQ-USP. Atualmente é professora do Ensino Médio do Colégio Bandeirantes, em São Paulo.

Unidade 7

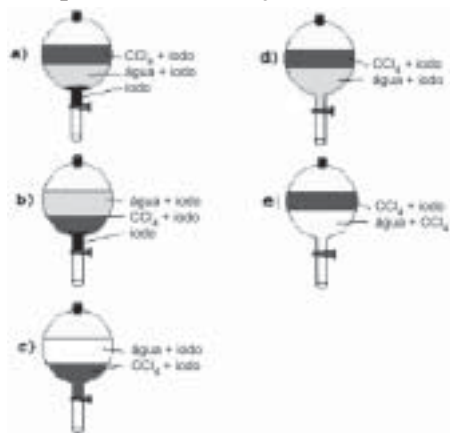
Testes de vestibular

1. Propriedades de algumas substâncias:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Solubilidade (g/100cm ³) a 25 °C		Densidade (g/cm ³) a 25°C
		em água	em CCl ₄	
CCl ₄ *	-23,0	∞	-	1,58
Iodo	113,5	0,03	2,50	4,83
água	0,0	-	∞	1,00

* CCl₄ = tetracloreto de carbono

A 25°C, 3,00 g de iodo, 70 cm³ de água e 50 cm³ de CCl₄ são colocados em um funil de separação. Após agitação e repouso, qual dos esquemas abaixo deve representar a situação final?



2. Deseja-se distinguir, de maneira simples, as substâncias de cada um dos pares abaixo, utilizando-se os testes sugeridos do lado direito da tabela:

As substâncias dos pares I, II e III podem ser distinguidas, utilizando-se, respectivamente, os testes:

Par de substâncias	Teste
I) nitrato de sódio e bicarbonato de sódio	X) dissolução em água
II) cloreto de sódio e glicose	Y) pH de suas soluções aquosas
III) naftaleno e sacarose	Z) condutibilidade elétrica de suas soluções aquosas

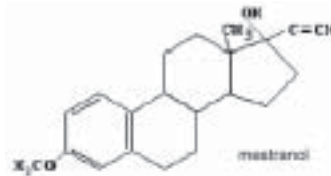
- a) X, Y e Z
- b) X, Z e Y
- c) Z, X e Y
- d) Y, X e Z
- e) Y, Z e X

QUÍMICA

3. Um hidrocarboneto gasoso (que pode ser eteno, etino, propano, etano ou metano) está contido em um recipiente de 1 L, a 25°C e 1 atm. A combustão total desse hidrocarboneto requer exatamente 5 L de O₂, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão. Portanto, esse hidrocarboneto deve ser:

- a) eteno.
- b) etino.
- c) propano.
- d) etano.
- e) metano.

4.



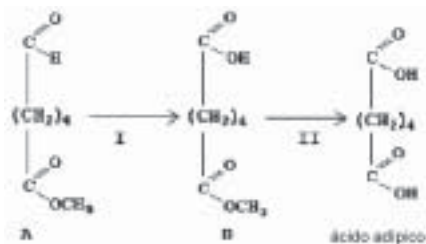
Analisando a fórmula estrutural do mestranol, um anticoncepcional, foram feitas as seguintes previsões sobre seu comportamento químico:

- I. deve sofrer hidrogenação.
- II. pode ser esterificado, em reação com um ácido carboxílico.
- III. deve sofrer saponificação, em presença de soda cáustica.

Dessas previsões:

- a) apenas a I é correta.
- b) apenas a II é correta.
- c) apenas a I e a II são corretas.
- d) apenas a II e a III são corretas.
- e) a I, a II e a III são corretas.

5. O ácido adípico, empregado na fabricação do náilon, pode ser preparado por um processo químico cujas duas últimas etapas estão representadas a seguir:



Nas etapas I e II ocorrem, respectivamente,

- a) oxidação de A e hidrólise de B.
- b) redução de A e hidrólise de B.
- c) oxidação de A e redução de B.
- d) hidrólise de A e oxidação de B.
- e) redução de A e oxidação de B.

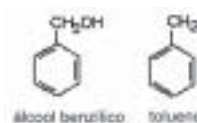


6. Pode-se produzir metanol a partir de uma reserva natural (X), conforme o esquema representado acima:

Em tal esquema, X e Y devem ser, respectivamente,

- metano e oxigênio.
- carvão e hidrogênio.
- celulose e gás carbônico.
- calcário e soda cáustica.
- sacarose e etanol.

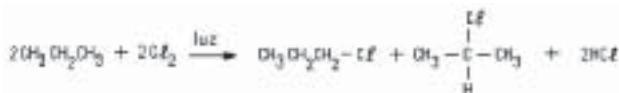
7. Examinando-se as estruturas moleculares do álcool benzílico e do tolueno, pode-se afirmar corretamente que:



- o álcool benzílico deve ter ponto de ebulição maior do que o tolueno, ambos sob mesma pressão.
- o álcool benzílico deve ser menos solúvel em água do que o tolueno, ambos à mesma temperatura.
- o álcool benzílico e o tolueno, ambos à mesma temperatura, têm a mesma pressão de vapor.
- o álcool benzílico e o tolueno possuem moléculas associadas por ligações de hidrogênio.
- o álcool benzílico apresenta atividade óptica, enquanto o tolueno não.

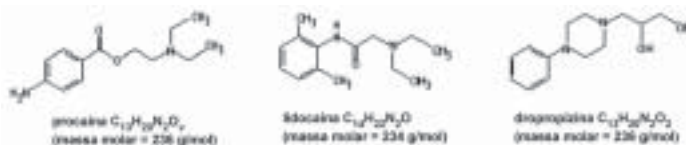
8. A reação do propano com cloro gasoso, em presença de luz, produz dois compostos monoclorados.

Na reação do cloro gasoso com 2,2-dimetilbutano, em presença de luz, o número de compostos monoclorados que podem ser formados e que não possuem, em sua molécula, carbono assimétrico é:



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

9. Os três compostos abaixo têm uso farmacológico.



Considere as afirmações:

- I. Nas moléculas dos três compostos, há ligações peptídicas.
- II. A porcentagem em massa de oxigênio na dropropizina é praticamente o dobro da porcentagem do mesmo elemento na lidocaína.
- III. A procaína é um isômero da dropropizina.

Está correto somente o que se afirma em

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

10. O monômero utilizado na preparação do poliestireno é o estireno. O poliestireno expandido, conhecido como isopor, é fabricado polimerizando-se o monômero misturado com pequena quantidade de um outro líquido. Formam-se pequenas esferas de poliestireno que aprisionam esse outro líquido. O posterior aquecimento das esferas a 90°C , sob pressão ambiente, provoca o amolecimento do poliestireno e a vaporização total do líquido aprisionado, formando-se, então, uma espuma de poliestireno (isopor).

Considerando que o líquido de expansão não deve ser polimerizável e deve ter ponto de ebulição adequado, dentre as substâncias abaixo,

	Substância	Temperatura de ebulição ($^{\circ}\text{C}$), à pressão ambiente
I	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36
II	$\text{NC}-\text{CH}=\text{CH}_2$	77
III	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$	138

é correto utilizar, como líquido de expansão, apenas

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I ou II.
- e) I ou III.

11. Dois hidrocarbonetos insaturados, que são isômeros, foram submetidos, separadamente, à hidrogenação catalítica. Cada um deles reagiu com H_2 na proporção, em mols, de 1:1, obtendo-se, em cada caso, um hidrocarboneto de fórmula C_4H_{10} . Os hidrocarbonetos que foram hidrogenados poderiam ser

- a) 1-butino e 1-buteno.
- b) 1,3-butadieno e ciclobutano.
- c) 2-buteno e 2-metilpropeno.
- d) 2-butino e 1-buteno.
- e) 2-buteno e 2-metilpropano.

12. Considere a reação representada abaixo:



Se, em outra reação, semelhante à primeira, a mistura de ácido acético e metanol for substituída pelo ácido 4-hidroxibutanóico, os produtos da reação serão água e um:

- ácido carboxílico insaturado com quatro átomos de carbono por molécula.
- éster cíclico com quatro átomos de carbono por molécula.
- álcool com quatro átomos de carbono por molécula.
- éster cíclico com cinco átomos de carbono por molécula.
- álcool com três átomos de carbono por molécula.

13. A contaminação por benzeno, clorobenzeno, trimetilbenzeno e outras substâncias utilizadas na indústria como solventes pode causar efeitos que vão da enxaqueca à leucemia. Conhecidos como compostos orgânicos voláteis, eles têm alto potencial nocivo e cancerígeno e, em determinados casos, efeito tóxico cumulativo.

O Estado de S. Paulo, 17 de agosto de 2001.

Pela leitura do texto, é possível afirmar que

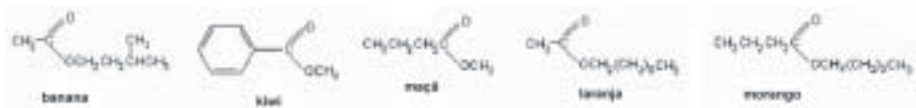
- certos compostos aromáticos podem provocar leucemia.
- existe um composto orgânico volátil com nove átomos de carbono.
- solventes industriais não incluem compostos orgânicos halogenados.

Está correto apenas o que se afirma em

- I
- II
- III
- I e II
- I e III

14. O cheiro agradável das frutas deve-se, principalmente, à presença de ésteres. Esses ésteres podem ser sintetizados no laboratório, pela reação entre um álcool e um ácido carboxílico, gerando essências artificiais, utilizadas em sorvetes e bolos. Abaixo estão as fórmulas estruturais de alguns ésteres e a indicação de suas respectivas fontes.

A essência, sintetizada a partir do ácido butanóico e do metanol, terá cheiro de



- banana.
- kiwi.
- maçã.
- laranja.
- morango.

15. As figuras abaixo representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.

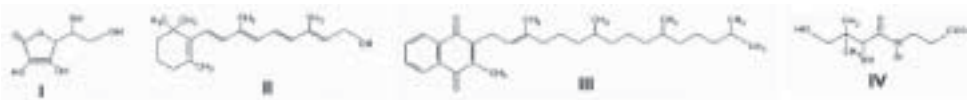


Elas são, respectivamente,

- etanoato de metila, propanona e 2-propanol.
- 2-propanol, propanona e etanoato de metila.
- 2-propanol, etanoato de metila e propanona.
- propanona, etanoato de metila e 2-propanol.
- propanona, 2-propanol e etanoato de metila.

16. Alguns alimentos são enriquecidos pela adição de vitaminas, que podem ser solúveis em gordura ou em água. As vitaminas solúveis em gordura possuem uma estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio, semelhante à de um hidrocarboneto de longa cadeia, predominando o caráter apolar. Já as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água.

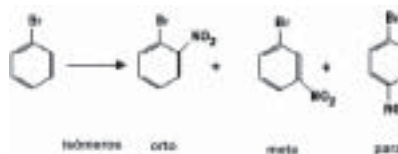
Abaixo estão representadas quatro vitaminas:



Dentre elas, é adequado adicionar, respectivamente, a sucos de frutas puros e a margarinas, as seguintes:

- I e IV
- II e III
- III e IV
- III e I
- IV e II

17. Quando se efetua a reação de nitração do bromobenzeno, são produzidos três compostos isoméricos mononitrados:



Efetuando-se a nitração do para-dibromobenzeno, em reação análoga, o número de compostos mononitrados sintetizados é igual a

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5