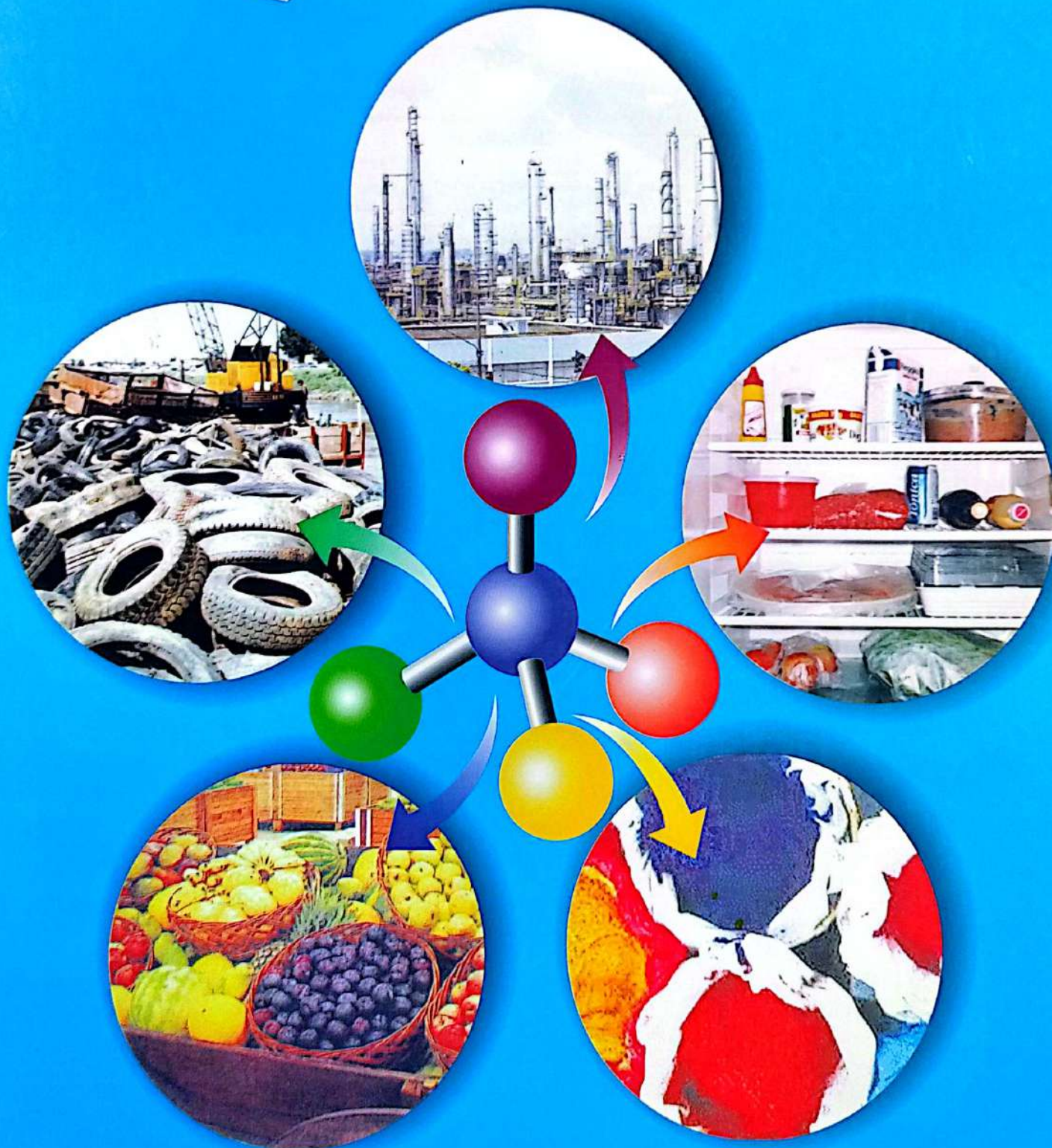


Química III



CEETEPS
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
COORDENADORIA DE ENSINO TÉCNICO - CETEC

ANA MARIA AOKI GONÇALVES
MARIA MESSAROS

 **copidart editora ltda**

Doação da Família da
Professora Doutora
Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara
Centro Paula Souza



Química III

Química Orgânica Radioatividade

Elaboração

Ana Maria Aoki Gonçalves
Maria Messaros

Coordenação

Doroti Quiomi K. Toyohara

São Paulo
2000

DOKT 014



Conselho Editorial

Almério Melquíades de Araújo
Antonio Luís Risso
Cecília Canalle Fornazieri
Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara
Júlia Maria Falivene Roberto Alves

Responsável por Material Didático

Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara

Elaboração

Ana Maria Aoki Gonçalves
Maria Messaros

Coordenação

Doroti Quiomi K. Toyohara

Revisão

Maria Cecília de Salles F. César

Editoração eletrônica e Impressão

Copidart Editora Ltda.

Atividade editada sob orientação da

Coordenadoria de Ensino Técnico - CETEC

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CEETEPS

Presidente do Conselho Deliberativo

Antonio Rubens Costa

Diretor Superintendente

Marcos Antonio Monteiro

Vice-Diretor Superintendente

Remo Alberto Fevorini

Chefe de Gabinete

Laura M. J. Laganá

Coordenador de Ensino Técnico

Almério Melquíades de Araújo

Copidart Editora Ltda

Rua Paulo Setubal, 37 - São Paulo - SP

CEP 02031-010

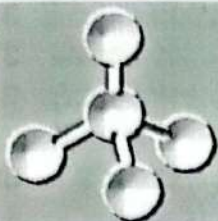
Fone: (0**11) 6221-5667 / 6221-4293 - Fax (0**11) 6221-9923

e-mail: copidart@uol.com.br

Proibida a reprodução total ou parcial deste material.

Direitos reservados pela Copidart Editora.

Direitos de uso reservados ao CEETEPS, por prazo indeterminado, em suas Unidades.



Índice

Nossa Vida e os Compostos de Carbono	09
As moléculas dos seres vivos	09
Os primórdios da Química Orgânica	09
A Química Orgânica hoje	11
Questões	12
Características do Átomo de Carbono	13
Exercício	14
Petróleo	15
Fracionamento do petróleo (refino)	15
Gasolina	17
Craqueamento do petróleo	17
Octanagem – medida da qualidade da gasolina	17
Indústria Petroquímica	18
Questões	18
Noções de Nomenclatura de Substâncias Orgânicas	19
Subgrupos de hidrocarbonetos	20
Exercícios	22
Hulha	24
Questões	25
Álcoois: combustíveis e bebidas	26
Exercícios	28
Etanol	28
Metanol	30
Poliálcoois	30
Glicerina	31
Exercícios	31
Sugestão de Atividade Prática – Fermentação alcoólica	33
Éteres	35
Exercícios	36

Aldeídos: das flores aos desinfetantes	37
Metanal	37
Benzaldeído	38
Cetonas: adoçam frutas e tiram esmalte	39
Exercícios	40
Ácidos Carboxílicos: das formigas ao vinagre	41
Exercícios	43
Ácido metanóico (ácido fórmico) – destilado de formigas	44
Por que o vinho azeda quando não é corretamente armazenado?	44
Leite de magnésia: um desodorante.....	45
Reação de ácidos carboxílicos com álcoois:	45
Exercícios	46
Ésteres: sabores e perfumes	47
Flavorizantes	47
Exercícios	48
Reação de esterificação	49
Óleos, gorduras, essências... ..	49
Sabão	51
Exercícios	51
Aminas: peixes, sulfas, corantes, vitaminas... ..	53
Exercícios	55
Aminoácidos	56
Exercícios	57
Sugestão de Atividade Prática – Preparo de sabão	58
Sugestão de Atividade Prática – Sabão e detergentes	59
Sugestão de Atividade em Microescala – Preparando sabão	61
Sugestão de Atividade em Microescala – Preparando detergente	62
Sugestão de Atividade em Microescala – Detergente, sabões e água dura	63
Açúcares	64
Introdução	64
Definição de açúcares	64
Fontes dos açúcares	65
Fotossíntese	66
Principais açúcares e suas fontes	68
Leitura complementar - Mel	69
Questões	70
Produção de álcool-fermentação	71
Leitura complementar – O álcool como combustível.....	72
Questões	73

Leitura complementar – Plásticos Biodegradáveis a partir da cana-de-açúcar.....	73
Questões	74
Adoçantes	76
Sugestões de Atividade Prática – Reações de caracterização dos açúcares	77
 Polímeros e Plásticos	 80
Introdução	80
Polímeros	80
Problemas ecológicos	83
 Radioatividade	 85
Características das radiações	86
Efeitos das radiações	87
Detecção das radiações	88
Dosímetro	88
Leis da desintegração	89
Consequências das radiações sobre o ser humano	91
Reações de Transmutação	93
Meia-vida: quanto dura um isótopo radioativo?	94
Aplicação dos radioisótopos	96
Datação pelo Carbono-14	98
Fissão nuclear	99
Energia nuclear	101
Reator nuclear	102
Fusão nuclear: no sol e na bomba H	104
Lixo radioativo	105
O ato de fumar e a radioatividade	107
 Bibliografia	 108



APRESENTAÇÃO

*O livro caindo n'água
É germe – que faz a palma.
É chuva – que faz o mar.*

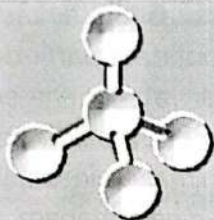
Castro Alves

O desenvolvimento de material didático adequado às diretrizes pedagógicas do CEETEPS, bem como a sua divulgação e uso pelos professores e pelos alunos, é uma das metas da Coordenadoria do Ensino Técnico.

Esse objetivo se apóia no princípio de que o processo ensino-aprendizagem tem como um dos suportes didáticos o elemento de continuidade e aprofundamento os textos para consulta e as sugestões de atividades complementares.

A formação da biblioteca de qualquer profissional é parte integrante de seu aperfeiçoamento técnico e é ferramenta valiosa para a sua promoção no mundo do trabalho e para a melhoria de suas relações sociais.

Almério Melquíades de Araújo
Coordenador de Ensino Técnico



Nossa Vida e os Compostos de Carbono

As moléculas dos seres vivos

Cerca de 3,5 bilhões de anos atrás, devido a uma série de felizes coincidências químicas, teria se formado a primeira célula viva: um aglomerado de inúmeras moléculas diferentes, com a importante capacidade de fazer cópias de si mesmas. Teria começado assim, em algum lugar da Terra, o processo de evolução biológica que conduziu à enorme variedade de seres vivos que hoje habitam o planeta, inclusive o homem.

Os seres vivos distinguem-se dos demais porque se alimentam, respiram, excretam, reagem a estímulos do ambiente e têm a capacidade de reproduzir-se.

As propriedades que distinguem os seres vivos devem-se a um tipo muito especial de organização dos materiais que constituem esses seres – a célula. Cada uma das partes de uma célula é formada por vários tipos de moléculas de estrutura bastante complexa, mas que apresentam uma característica muito comum – são moléculas formadas por cadeias carbônicas.

Chamamos **cadeia carbônica** a estruturas químicas formadas por átomos de carbono unidos entre si através de ligação covalente.

Assim, em todos os seres vivos está presente o elemento químico carbono, formando cadeias carbônicas nas moléculas que constituem as células. Os seres vivos representam um dos depósitos de carbono da natureza.

As substâncias constituintes das células do nosso corpo são formadas por moléculas como proteínas, carboidratos, gorduras, água, vitaminas.

Até o século passado acreditava-se que esse tipo de compostos não podia ser sintetizado em laboratórios porque somente no interior das células existiam condições necessárias para síntese de proteínas, vitaminas, gorduras, amido, açúcares e outros tipos de compostos de carbono. Apenas as células possuíam a propriedade de formar esse tipo de moléculas. Essa propriedade era chamada *força vital*.

Compostos contendo cadeias carbônicas eram chamados compostos orgânicos. O termo **orgânico**, aqui, caracteriza as substâncias relacionadas com organismos vivos, e assim foi considerado até o início do século passado.

Os primórdios da Química Orgânica

A primeira utilização deliberada de compostos orgânicos pelo ser humano ocorreu com a descoberta do fogo: quase tudo o que sofre combustão (queima) é um composto

orgânico, mas existem vários exemplos de utilização de substâncias orgânicas e suas reações. Já na antiguidade, uma dessas substâncias - o álcool etílico - era obtida a partir da reação de fermentação do suco de uvas e, quando o vinho se oxidava (azedava), obtinha-se o vinagre. Assim como o álcool comum, os sabões e os corantes também eram utilizados desde tempos muito antigos. O sabão era produzido a partir de gordura animal e cinzas; já os corantes, como o índigo e a alizarina, eram extraídos de vegetais. Os fenícios obtinham, a partir de moluscos, a púrpura, um pigmento orgânico que, de tão caro e raro, só podia ser usado para tingimento de tecidos por pessoas privilegiadas. Assim, a cor obtida a partir desse pigmento, passou a ser associada à nobreza na Antiguidade Clássica.

No fim do século XVIII e começo do século XIX, os químicos começaram a se dedicar ao estudo das substâncias encontradas em organismos vivos, tentando, durante muito tempo, purificar, isolar e identificar tais substâncias. O cientista alemão Scheele obteve algum sucesso e conseguiu isolar e identificar as primeiras substâncias orgânicas, entre elas o ácido láctico, obtido a partir do leite e responsável pelo seu azedamento. Logo os químicos perceberam que as substâncias assim obtidas apresentavam propriedades diferentes das substâncias obtidas a partir de minerais.

Como todas as substâncias orgânicas conhecidas eram extraídas de animais e vegetais, os químicos acreditaram que elas não poderiam ser produzidas (sintetizadas) em laboratório. Acreditava-se que somente os seres vivos eram capazes de produzi-las, com o auxílio de uma **força vital**.

A Teoria da Força Vital foi proposta pelo químico sueco Berzelius, que, em 1807, usou pela primeira vez o termo **Química Orgânica** para descrever substâncias extraídas de organismos vivos. A crença na Teoria da Força Vital desencorajou químicos de tentarem sintetizar compostos orgânicos em laboratório, durante algum tempo. Em 1828, F. Wöehler obteve uréia, um composto orgânico, pelo aquecimento de cianato de amônio, uma substância inorgânica. Com isso ficou evidente a possibilidade de se produzirem compostos orgânicos em laboratório, sem a participação direta de um organismo vivo e permitiu que muitos químicos se dedicassem à obtenção de novos compostos orgânicos.

Mesmo antes da síntese da uréia, Lavoisier já havia determinado, através de uma série de análises, que a grande maioria dos compostos orgânicos era constituída principalmente de carbono, hidrogênio e nitrogênio. A partir da síntese da uréia, a obtenção de compostos orgânicos cresceu exponencialmente, como se pode observar pelo quadro abaixo:

Ano	1880	1910	1940	1960	1970	1980
Nº de compostos org. conhecidos	12 000	150 000	500 000	1 000 000	2 000 000	5 500 000

Para efeito comparativo, é interessante saber que o nº de compostos inorgânicos conhecidos atualmente é de cerca de 200 000.

A Química Orgânica hoje

A **Química Orgânica** é um ramo da Química que estuda os compostos do elemento carbono.

Todo composto orgânico apresenta o elemento carbono na sua composição, seja ou não produzido por organismo vivo, mas nem todo composto que apresenta carbono é considerado um composto orgânico (por exemplo, diamante, grafite, monóxido de carbono, carbonatos etc. não são compostos orgânicos).

Os compostos orgânicos estão presentes em todos os seres vivos. Em nosso organismo, por exemplo, há mais de 60% em massa de compostos orgânicos.

Além dos compostos orgânicos naturais, o homem conseguiu sintetizar um número muito grande de novos compostos orgânicos, que foram e são responsáveis por modificações em nossos hábitos de vida. A tabela abaixo mostra algumas substâncias orgânicas presentes em materiais comuns ao nosso dia-a-dia.

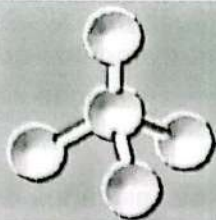
Materiais	Substâncias orgânicas	
	Naturais	Sintéticas
plásticos	_____	polietileno, teflon, fórmica
adoçantes	sacarose, glicose	aspartame, sacarina
tecidos	algodão, linho, seda	poliéster, nylon, tergal
madeira	celulose	_____
analgésico	morfina	aspirina

A Química Orgânica não é só um conhecimento indispensável para químicos, biólogos, médicos, farmacêuticos, dentistas, agrônomos, geólogos etc. Atualmente, o uso frequente de termos da Química Orgânica faz parte da nossa cultura, do nosso dia-a-dia. Ela é essencial para entendermos desde artigos corriqueiros de jornais até o funcionamento de nosso corpo, uma vez que compostos orgânicos compõem até mesmo as enzimas responsáveis pelas reações que fazem o nosso corpo funcionar.

Você já deve ter encontrado em muitas situações expressões como: detergentes biodegradáveis, plásticos, antibióticos, gorduras hidrogenadas, carboidratos, óleos poli-insaturados, índices de octanas, polímeros, isopor, DDT, CFC etc. O estudo da Química Orgânica fará com que você passe a entender o significado e as implicações de todos esses termos.

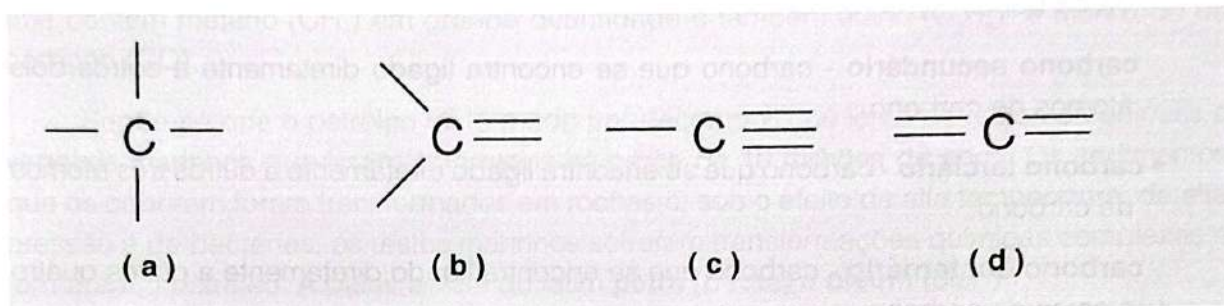
QUESTÕES

1. Segundo os cientistas, como apareceram as primeiras moléculas orgânicas em nosso planeta?
2. Cite quatro substâncias orgânicas utilizadas pelo homem na Antigüidade.
3. Por que a cor vermelha era associada à nobreza na Antigüidade ?
4. O que era a "força vital ?"
5. Qual era o significado do termo "composto orgânico" na época em que foi proposto ?
6. Qual o significado atual do termo "composto orgânico" ?
7. Cite 3 substâncias orgânicas naturais e 3 substâncias orgânicas sintéticas.
8. Dê um exemplo de substância orgânica:
 - a) usada na alimentação;
 - b) usada como remédio;
 - c) usada no vestuário;
 - d) relacionada à poluição ambiental.



Características do átomo de carbono

O átomo de carbono tem quatro elétrons na camada de valência. Sendo assim, nos compostos orgânicos é tetravalente e suas quatro ligações podem ser representadas assim:



O carbono (a) é um carbono saturado porque tem quatro ligações covalentes simples. Os demais carbonos são insaturados. Vê-se portanto que insaturação significa presença de ligações covalentes duplas ou triplas.

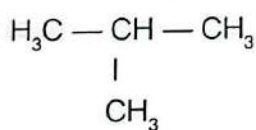
Além do carbono, estão presentes na grande maioria dos compostos orgânicos os elementos: hidrogênio, que é monovalente $\text{H} -$

oxigênio, que é bivalente $- \text{O} -$ ou $\text{O} =$

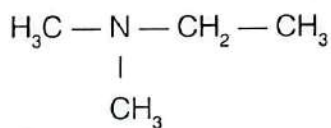
nitrogênio, que é trivalente $- \text{N} -$
 $|$

Os átomos de carbono têm a capacidade de se unirem, formando estruturas denominadas **cadeias carbônicas**. Essa propriedade é a principal responsável pela existência de milhões de compostos orgânicos.

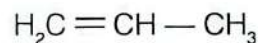
Veja alguns exemplos de cadeias carbônicas:



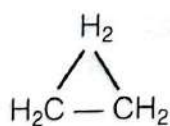
(a)



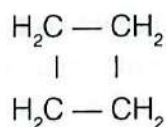
(b)



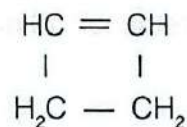
(c)



(d)



(e)



(f)

Uma cadeia carbônica pode apresentar, além de átomos de carbono, átomos de outros elementos, desde que estes estejam entre os átomos de carbono. Os elementos que mais frequentemente fazem parte de cadeias carbônicas são **O, N, S, P**. Nessa situação são denominados **heteroátomos**.

Os átomos de carbono que fazem parte de uma cadeia podem ser classificados em função do número de átomos de carbono ligados diretamente ao átomo que se deseja classificar.

Numa cadeia carbônica pode-se ter:

- **carbono primário** - carbono que se encontra ligado diretamente a um único átomo de carbono.

carbono secundário - carbono que se encontra ligado diretamente a outros dois átomos de carbono.

- **carbono terciário** - carbono que se encontra ligado diretamente a outros três átomos de carbono.

carbono quaternário - carbono que se encontra ligado diretamente a outros quatro átomos de carbono.

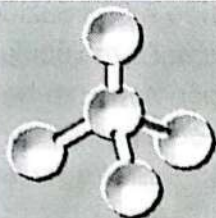
Uma cadeia carbônica é classificada como cadeia normal quando só apresenta carbonos primários e secundários, como a cadeia **(c)**.

A cadeia carbônica será ramificada quando apresentar pelo menos um átomo de carbono que seja terciário ou quaternário, como as cadeias **(a)** e **(b)**.

EXERCÍCIO

Dê exemplo de uma cadeia, com número mínimo de átomos de carbono que seja:

- a) aberta, normal, saturada e homogênea.
- b) acíclica, ramificada, insaturada e heterogênea.
- c) cíclica, insaturada e homogênea.



Petróleo

O petróleo é um líquido viscoso, de coloração escura, encontrado em cavidades existentes em determinadas rochas sedimentares do subsolo, quer sob terra firme, quer sob o mar. Geralmente vem acompanhado de água salgada e de gás natural, que é uma mistura que contém metano (CH_4) em grande quantidade e também etano (C_2H_6) e monóxido de carbono (CO).

Supõe-se que o petróleo foi formado por decomposição lenta de restos de animais e vegetais marinhos que foram soterrados há cerca de 10 milhões de anos. Os sedimentos que os cobriram foram transformados em rochas e, sob o efeito da alta temperatura, da alta pressão e de bactérias, os restos marinhos sofreram transformações químicas complexas e formaram o petróleo. A palavra vem do latim **petra** (pedra) e **oleum** (óleo).

O petróleo é uma mistura de compostos chamados **hidrocarbonetos**.

Hidrocarbonetos são compostos formados exclusivamente por átomos de carbono e de hidrogênio.

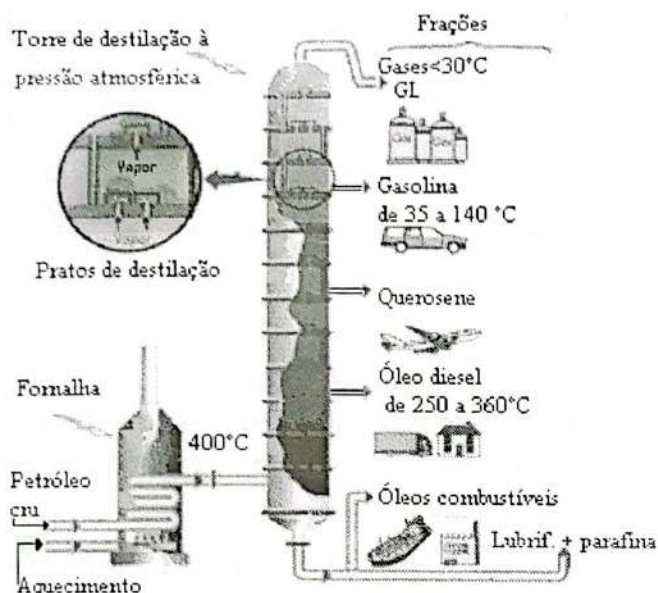
Hidrocarbonetos podem ser representados pela fórmula geral $\text{C}_x \text{H}_y$. Existem hidrocarbonetos que contêm desde 1 até mais de 30 átomos de carbono na molécula.

A maioria dos combustíveis de uso diário consiste em misturas de hidrocarbonetos derivados do petróleo: gás de cozinha, gasolina, querosene, óleo diesel.

Em alguns locais, devido às características das rochas presentes, o petróleo é extraído impurificado com enxofre. A queima do enxofre junto com os combustíveis produz SO_2 , que atrapalha o funcionamento do motor e é um dos responsáveis pela chuva ácida. O teor de enxofre é maior no óleo diesel, crescendo na seguinte ordem: gasolina < querosene < óleo diesel.

Fracionamento do Petróleo (refino)

A refinação do petróleo é a separação de uma mistura muito complexa de hidrocarbonetos em misturas mais simples, que se denominam **frações do petróleo**. O processo chama-se **destilação fracionada** e é executado numa torre de fracionamento, que é uma coluna de aço inox cheia de "obstáculos" em seu interior.



O petróleo aquecido é introduzido próximo à base da coluna. As moléculas menores, (de hidrocarbonetos com baixos pontos de ebulição) conseguem contornar esses "obstáculos" e chegar ao topo da coluna. Moléculas maiores (de hidrocarbonetos com pontos de ebulição mais altos) não conseguem chegar ao topo, acumulando-se nos diversos níveis da coluna.

O quadro abaixo mostra as principais frações obtidas na destilação do petróleo:

Frações	Composição aproximada	Ponto de ebulição	Aplicações principais
gás natural	1 a 2 carbonos	-162 a -75°C	Combustível e sínteses orgânicas
gás liquefeito de petróleo	3 a 4 carbonos	-42 a 20°C	Combustível (gás de cozinha) GLP e sínteses orgânicas
éter de petróleo	5 a 6 carbonos	20 a 60°C	Solventes e lavagens a seco. (O nome éter vem da grande volatilidade desses hidrocarbonetos).
benzina	7 a 8 carbonos	60 a 90°C	Solvente de compostos orgânicos.
nafta ou ligroína	8 a 9 carbonos	90 a 120°C	Solvente e matéria-prima na indústria petroquímica.
gasolina	6 a 10 carbonos	40 a 200°C	Combustível de motores a explosão.
querosene	10 a 16 carbonos	150 a 300°C	Iluminação, combustível doméstico e de aviões.
óleo diesel	15 a 18 carbonos	250 a 350°C	Combustível de ônibus, caminhões e cladeiras.
óleo lubrificante	16 a 20 carbonos	300 a 400°C	Lubrificantes de máquinas
resíduo	mais de 20 carbonos		##

Os componentes que possuem mais de 20 átomos de carbono e constituem o resíduo da destilação do petróleo possuem cadeias muito longas e a energia necessária para que entrem em ebulição é tão grande que as moléculas acabam se quebrando antes que isso aconteça. Assim, o resíduo é transferido para uma outra coluna e submetido à destilação a uma pressão inferior à pressão atmosférica. Dessa maneira, são obtidas novas frações: **parafina**, usada na fabricação de velas, na indústria de alimentos e para impermeabilizações, **vaselina**, usada como lubrificante, na indústria de cosméticos e pomadas, **graxas**, usadas como lubrificantes, **asfalto e piche**, usados na pavimentação e na vedação e pintura de cascos de navios.

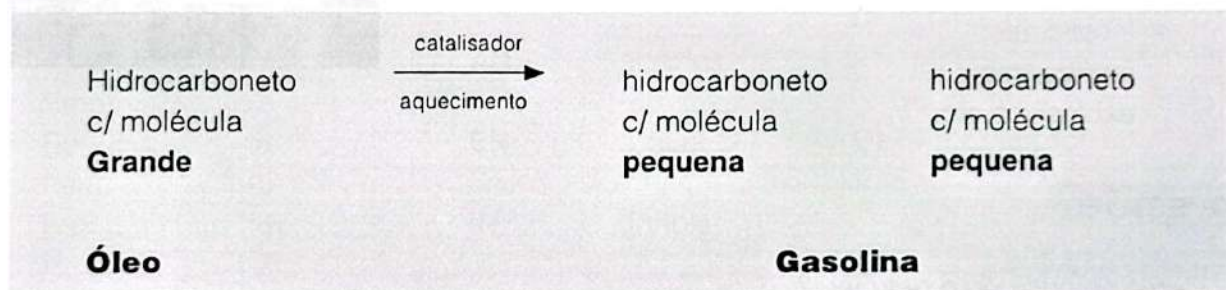
Gasolina

A percentagem de gasolina obtida pela destilação fracionada do petróleo é pequena, (de 7 a 15% do total) o que não atende às necessidades atuais.

Para solucionar esse problema, foi desenvolvido um processo chamado craqueamento do petróleo.

Craqueamento do Petróleo

A palavra craqueamento vem do inglês "to crack" (quebrar). Aquecendo-se moléculas de hidrocarbonetos das frações óleo diesel ou óleo lubrificante entre 500 e 700°C, na presença de catalisadores, consegue-se quebrá-las, transformando-as em moléculas menores, que correspondem à gasolina.



Octanagem - medida da qualidade da gasolina

A qualidade da gasolina está diretamente relacionada à sua resistência à compressão. Uma gasolina de baixa qualidade explode antes do momento adequado, reduzindo o rendimento do motor.

Para medir a qualidade da gasolina, criou-se uma escala denominada **índice de octanagem**, baseada na resistência à compressão.

Dentre os componentes da gasolina, o que suporta menos a compressão é o n-heptano, que tem índice de octanagem igual a zero. O mais resistente à compressão é o isoctano. A

75 é aquela que se comporta, em relação à compressão, como uma mistura de 75% de isooctano e 25% de n-heptano.

Gasolinas especiais, com índice de octanagem 120, são gasolinas que contêm aditivos especiais e cuja resistência à compressão é maior que a do isooctano puro.

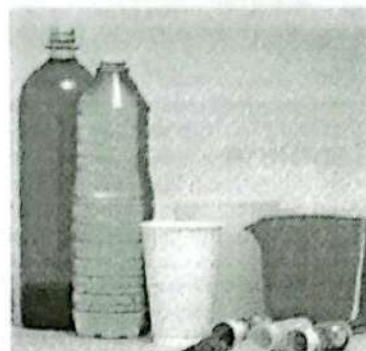
Indústria Petroquímica

Para fabricar plásticos, fertilizantes, detergentes, e toda uma variedade de produtos a partir do petróleo, é necessário, após separar os hidrocarbonetos nele existentes, executar reações químicas com eles. São necessárias dezenas de reações para chegar a um medicamento, por exemplo.

Indústria petroquímica é o termo usado para designar o ramo da indústria química que utiliza derivados do petróleo como matéria-prima para fabricação de outros materiais.

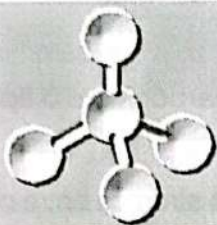
Assim, do petróleo, após destilação fracionada e através de reações químicas, pode-se obter:

- plásticos, isopor, borracha, fórmica;
- essências para perfumes;
- corantes para fotografia, imprensa e tecidos;
- detergentes;
- medicamentos;
- inseticidas;
- fertilizantes;
- explosivos etc.



QUESTÕES

1. Como se originou o petróleo ?
2. O petróleo é uma substância pura ou uma mistura ? Qual a sua composição ?
3. Uma substância com fórmula $C_6H_5NO_2$ pode ser obtida diretamente por destilação do petróleo ? Por quê ?
4. Que elemento químico é considerado a pior impureza do petróleo? Que problemas ele causa ?
5. Em que consiste o craqueamento do petróleo ?
6. Pode-se obter gasolina pelo craqueamento da nafta ? Por quê ?
7. Que significa uma gasolina com índice de octanagem igual a 80 ?
8. O que vem a ser indústria petroquímica ?



Noções de Nomenclatura de Substâncias Orgânicas

A nomenclatura de compostos orgânicos segue as regras elaboradas pela IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada). Assim, o nome da substância é constituído por:

prefixo + intermediário + sufixo

O **prefixo** indica o número de átomos de carbono presentes na cadeia.

O **intermediário** indica o tipo de ligação entre carbonos.

O **sufixo** indica a função orgânica.

O quadro a seguir mostra alguns prefixos, intermediários e sufixos.

Prefixo	nº de carbonos	Intermediário	Ligação entre carbonos	Sufixo	Função
Met	1			O	hidrocarboneto
Et	2	AN	simples		
Prop	3				
But	4	EN	1 dupla	OL	álcool
Pent	5				
Hex	6	IN	1 tripla		
Hept	7			AL	aldeído
Oct	8	DIEN	2 duplas		
Non	9				
Dec	10	ENIN	1 dupla e	ONA	cetona
Undec	11		1 tripla		
Dodec	12			ÓICO	ácido carboxílico

Exemplos: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$ etano

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2\text{OH}$ etanol

$\text{H}_3\text{C} - \text{CO} - \text{CH}_3$
propanona

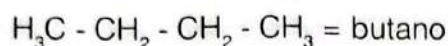
$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$
butanal

Subgrupos de Hidrocarbonetos

Os hidrocarbonetos são divididos de acordo com o tipo de cadeia carbônica e o tipo de ligação entre os átomos de carbono. Os principais subgrupos são:

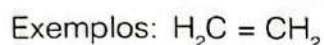
a) **Alcanos ou parafinas:** Possuem cadeia aberta e somente ligações simples entre os átomos de carbono. São muito pouco reativos. Obedecem à fórmula geral $C_n H_{2n+2}$

Exemplos: CH_4 = metano; $H_3C - CH_3$ = etano; $H_3C - CH_2 - CH_3$ = propano.

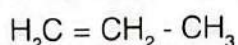


O gás liquefeito de petróleo (GLP) é uma mistura de propano e butano usada como combustível doméstico.

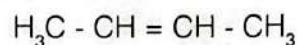
b) **Alcenos ou olefinas:** Possuem cadeia aberta e uma ligação dupla entre átomos de carbono. Obedecem à fórmula geral $C_n H_{2n}$.



eteno

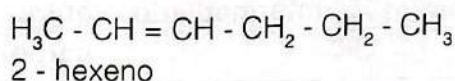
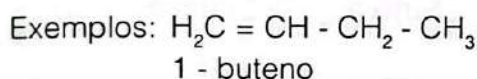


propeno

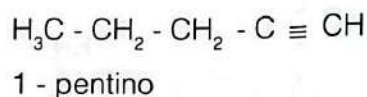
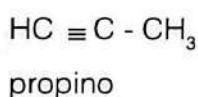
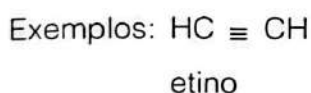


2 - buteno

Quando um alceno apresentar 4 ou mais átomos de carbono, sua dupla ligação, que é característica, pode ocupar diferentes posições na cadeia, originando compostos diferentes. Nesses casos, torna-se necessário indicar a localização da insaturação através de um número. Esse número é obtido, numerando-se a cadeia a partir da extremidade mais próxima da dupla ligação.

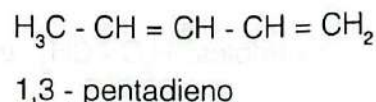
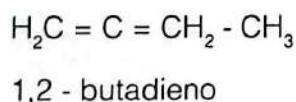
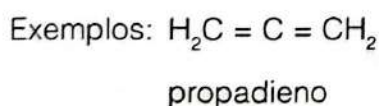


c) **Alcinos:** Possuem cadeia aberta e uma ligação tripla entre átomos de carbono. Obedecem à fórmula geral $C_n H_{2n-2}$.



O etino, também chamado acetileno, é o alcino mais importante. É usado como matéria-prima para produção de plásticos e mesmo de borrachas sintéticas. É combustível usado em maçaricos.

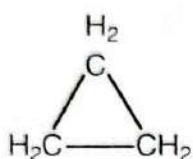
d) **Alcadienos:** Possuem cadeia aberta e duas ligações duplas. Obedecem à fórmula geral $C_n H_{2n-2}$, que é a mesma dos alcinos, o que significa que uma mesma fórmula molecular pode representar duas substâncias diferentes. A diferenciação se faz através da fórmula estrutural.



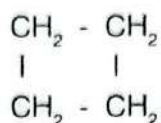
A borracha natural (cauchu) é um polímero cujo monômero é o alcadieno metil-1,3-butadieno conhecido como isopreno.

e) **Cicloalcanos ou ciclanos:** Possuem cadeia fechada e saturada, isto é, só ligações simples entre os átomos de carbono. Obedecem à fórmula geral $C_n H_{2n}$ que é a mesma dos alcenos.

Exemplos:

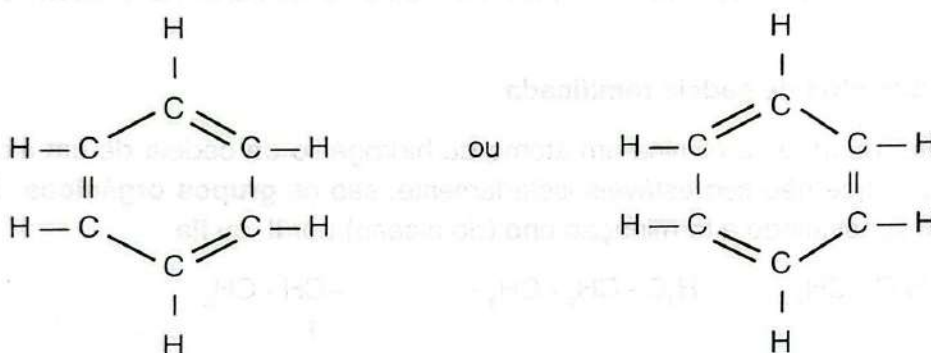


ciclopropano



ciclobutano

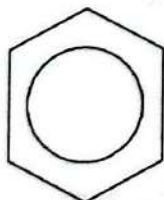
f) **Aromáticos:** São hidrocarbonetos que possuem anel benzênico em sua estrutura. O anel benzênico ou núcleo aromático é uma cadeia fechada contendo 6 átomos de carbono, três ligações simples e três ligações duplas, alternadas. O composto aromático mais simples é o benzeno, $C_6 H_6$, representado por:



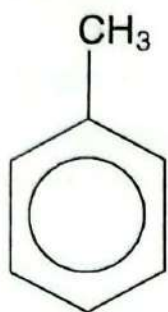
Há muitos compostos em que aparece na molécula a cadeia carbônica do benzeno, chamada de anel benzênico. Como os primeiros desses compostos a serem conhecidos apresentavam um aroma forte e característico, foram chamados de **compostos aromáticos**. Hoje, sabe-se que a presença do anel benzênico nada tem a ver com o fato de a substância apresentar aroma.

Quando vestimos jeans ou uma roupa de poliéster, sentamos num estofado de espuma, usamos mesa de fórmica ou ingerimos carnes enlatadas, estamos tomando contato com corantes, fibras têxteis, conservantes e plásticos que podem ter vindo indiretamente do benzeno.

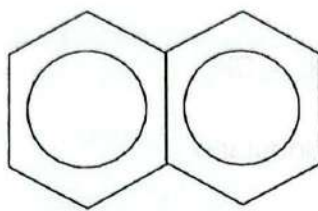
O anel aromático pode ser representado de maneira simplificada assim:



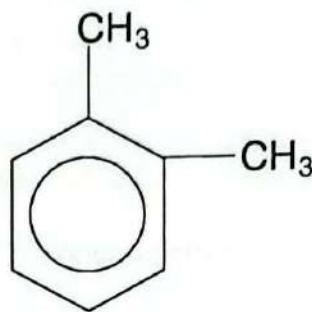
Exemplos de compostos aromáticos:



tolueno
metilbenzeno



naftaleno



orto-xileno
1,2-dimetilbenzeno

Tolueno: Matéria-prima para defensivos agrícolas e espumas.

Xilenos: Matéria-prima para adesivos e vernizes

Naftaleno: vendido comercialmente impuro com o nome de naftalina, é usado como inseticida.

g) Hidrocarbonetos de cadeia ramificada:

Teoricamente, quando se elimina um átomo de hidrogênio da cadeia de um alcano, resultam estruturas que não são estáveis isoladamente: são os **grupos orgânicos**. Seus nomes são dados substituindo a terminação **ano** (do alcano) por **il** ou **ila**.

$\text{H}_3\text{C} -$

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 -$

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$

$--\text{CH} - \text{CH}_3$

$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

metil

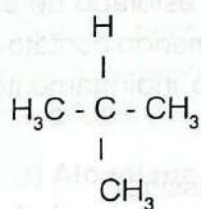
etil

propil

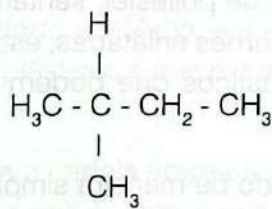
isopropil

Observe que os grupos orgânicos não são substâncias mas aparecem nas moléculas dos compostos com cadeia ramificada e auxiliam a construir a nomenclatura dessas substâncias.

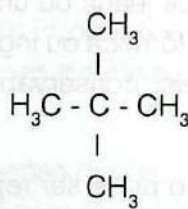
Assim, alguns exemplos de hidrocarbonetos de cadeia ramificada são:



2-metilpropano



2-metilbutano



2,2-dimetilpropano

EXERCÍCIOS

1. Escreva a fórmula estrutural simplificada dos seguintes compostos:

a) metano

c) propeno

e) 2-buteno

g) ciclo-hexano

b) hexano

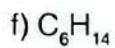
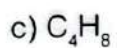
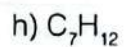
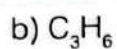
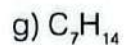
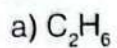
d) 1-penteno

f) 3-hepteno

h) ciclo-hexeno

2. De acordo com a IUPAC, o composto 2-buteno pode ser chamado apenas de buteno? Por quê?

3. As fórmulas moleculares a seguir podem representar que tipos de hidrocarbonetos?





Hulha

Carvão mineral, carvão de pedra ou hulha são nomes dados ao material que resulta de transformações sofridas por florestas de árvores gigantescas, soterradas há milhares de anos. É o carvão fóssil mais importante e abundante. Às vezes, ele é encontrado próximo à superfície, porém mais freqüentemente entre 400 e 1000 m de profundidade.

Uma vez extraída, a hulha é aquecida na ausência de ar (ou pegaria fogo), por um processo denominado **destilação seca** ou **pirólise**. Resultam então 4 frações principais:

a) **gás de hulha**: mistura constituída predominantemente por H_2 , CH_4 e CO , conhecida com o nome de gás de rua. É usado como combustível residencial.

b) **águas amoniacais**: solução aquosa de NH_4OH e seus sais, usada na fabricação de adubos.

c) **alcatrão de hulha**: líquido oleoso, escuro, insolúvel em água, formado por mistura de hidrocarbonetos aromáticos como benzeno, tolueno, naftaleno, antraceno e fenantreno, usados como matéria-prima na indústria.

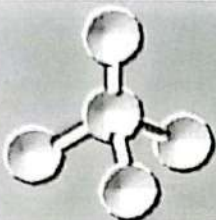
d) **coque** (ou **carvão coque**): tem alto teor em carbono e é empregado como redutor em metalurgia (principalmente em siderurgia).

O esquema a seguir mostra algumas das substâncias que podem ser obtidas a partir da hulha por aquecimento a seco ($1000^\circ C$) e suas aplicações:



QUESTÕES

1. Como se formou o carvão mineral ?
2. O que você entende por pirólise do carvão mineral ?
3. Quais as frações que podem ser obtidas por destilação seca da hulha ?
4. Indique uma possível utilização para o carvão coque.
5. O que é alcatrão da hulha ? Qual sua importância ?
6. Qual fração obtida a partir da hulha é utilizada nas indústrias de fertilizantes? Por quê ?
7. Os componentes do **gás de rua** não têm cheiro. Que perigos pode apresentar, na sua opinião, um vazamento desse gás dentro de uma residência ?
8. Cite cinco produtos que podem ser obtidos a partir de derivados da hulha.



Álcoois: combustíveis e bebidas

O nome é de origem árabe (al-kohol) e significa "volátil". Muito antes dos árabes, porém, povos pré-históricos e civilizações antigas já sabiam preparar bebidas alcoólicas a partir de sucos açucarados das frutas: da uva preparavam o vinho (segundo a mitologia do Egito antigo, o deus Osíris teria ensinado aos homens a arte de fazer vinho. Na mitologia romana isso era atribuído a Baco). Os egípcios conheciam também a técnica do preparo da cerveja a partir da cevada.

O que popularmente se chama "álcool" é apenas um deles: o etanol. Os álcoois estão bastante difundidos nos vegetais. O mentol, por exemplo, é um álcool encontrado em grande quantidade nas plantas do gênero menta. É essa substância que dá o odor característico do hortelã. Na casca da laranja existe um álcool utilizado na indústria de perfumes.

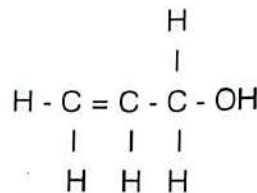
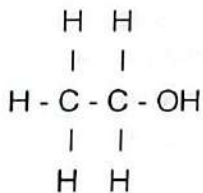
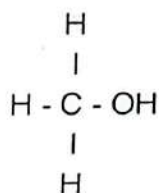
Para os químicos, o termo **álcool** engloba uma grande quantidade de compostos, todos com uma semelhança estrutural: apresentam grupo -OH ligado a carbono saturado, isto é, aquele que só faz ligações simples. O grupo -OH é chamado de **hidroxila** ou **oxidrila**.

Álcool apresenta grupo -OH ligado a carbono saturado



Observe que estruturas do tipo = C - OH e > C - OH não são álcoois.

Exemplos de álcoois



Nomenclatura

Para dar nome aos álcoois, de acordo com as regras da IUPAC, devemos proceder como no caso dos hidrocarbonetos:

prefixo - intermediário - sufixo

Aqui empregamos sempre o sufixo **ol**

Exemplos: $\text{H}_3\text{C} - \text{OH}$
metanol

met + an + ol
↓ 1 carbono
↓ ligações simples
álcool

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
etanol

et + an + ol
↑ 2 carbonos
↑ ligações simples
álcool

$\text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
|
OH
1-propanol

1 - prop + an + ol
↑ 3 carbonos
↑ posição do -OH
↑ ligações simples
álcool

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3$
|
OH
2-propanol

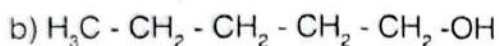
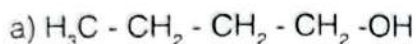
2 - prop + an + ol
↑ 3 carbonos
↑ posição do -OH
↑ ligações simples
álcool

Como você pode ver, quando há mais de uma possibilidade para a posição do -OH, é necessário indicá-la através da numeração dos carbonos.

A numeração dos carbonos é feita começando pela extremidade mais próxima do grupo -OH

EXERCÍCIOS

1. Escreva o nome de :



2. Escreva a fórmula estrutural de :

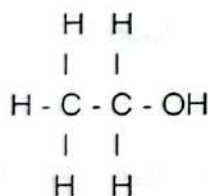
a) 2-butanol

b) 3-pentanol

c) 3-metil-2-pentanol.

Etanol:

Vinho, cerveja, aguardente, uísque, vodca, champanhe: todos contêm etanol, conhecido popularmente como álcool.



ou



ou



são fórmulas do etanol

Já que todas as bebidas alcoólicas contêm etanol, o que faz com que elas possuam diferentes sabores? Essas bebidas são misturas contendo etanol, água e outras substâncias que dependem da maneira como as bebidas foram produzidas. São essas "outras substâncias" que conferem o aroma e o sabor característico das bebidas.

Cada bebida alcoólica contém um diferente teor de etanol. A graduação alcoólica é expressa em °GL (lê-se graus Gay-Lussac) e dá a **porcentagem em volume de etanol** na bebida.

As bebidas se classificam em :

- **não-fermentadas** = licores (mistura de água, etanol, açúcar, essências e corantes).

- **fermentadas.**

Estas podem ser: não destiladas ou destiladas.

• **a) não destiladas:**

1. cerveja : 4°GL (4% de etanol, 96 % de água e etc.)
2. vinho : 11°GL (11 % de etanol, 89 % de água e etc.)
3. champanhe: 12°GL .
4. saquê: resulta da fermentação do arroz.

• **b) destiladas:**

1. pinga, cachaça, caninha ou aguardente: 40°GL
2. uísque: 43°GL.
3. conhaque: 38°GL.
4. vodca: de 60 a 70°GL.



Logo que o etanol é ingerido, começa a sua absorção pelo organismo. O etanol é solúvel em água: então ele se dissolve no sangue e se distribui a todas as partes do corpo. Dessa forma, a concentração de etanol na urina ou no hálito de uma pessoa pode ser usada para avaliar o estado de embriaguez.

Teste do bafômetro: O bafômetro contém mistura de $K_2Cr_2O_7$ e H_2SO_4 (cor laranja). O motorista sopra o ar expirado para dentro do bafômetro. Se estiver alcoolizado, o ar conterá vapores de etanol, que reagirá com o $K_2Cr_2O_7$, aparecendo uma cor verde devido aos íons Cr^{3+} formados na reação.

Pequenas doses de etanol levam a uma sensação de euforia. Doses maiores afetam o sistema nervoso e diminuem as funções cerebrais, prejudicando reflexos e capacidade de tomar decisões. Doses muito elevadas podem levar ao coma alcoólico e à morte.

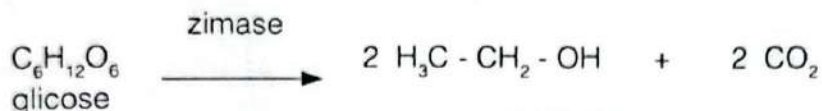
Além da utilização em bebidas, o etanol tem outros empregos - é solvente em perfumes, loções e desodorantes. Serve também para limpeza doméstica. Para essa finalidade é vendido com o teor de 96°GL e aparece misturado a substâncias que lhe alteram o sabor e o aroma. Essas substâncias são chamadas de **agentes desnaturantes** e são colocadas propositalmente para impedir que esse álcool seja usado para fabricar bebidas ou perfumes.

O etanol também é usado como combustível para automóveis. No Brasil, o programa Proálcool (criado em 1975) visa a utilizar o etanol proveniente da cana-de-açúcar como combustível: é o **etanol hidratado** e deve estar entre 93,2 e 93,8°GL. Agentes desnaturantes também são adicionados a ele.

É importante a formação de etanol através de processos de fermentação de hidratos de carbono (açúcares e amido). Estes sofrem hidrólise em presença de enzimas (moléculas complexas) que provocam em tempo relativamente curto a cisão das moléculas de açúcar

(sacarose) e amido, formando moléculas menores de glicose e frutose. O etanol forma-se por fermentação da glicose sob a ação de uma enzima denominada **zimase**. Essa enzima é elaborada pelo microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, que se desenvolve na levedura de cerveja (fermento de pão):

Fermentação alcoólica:



A produção de CO_2 faz com que pareça "fervura".

A indústria não parte diretamente da glicose, porque é um produto caro. As matérias-primas que fornecem a glicose são o melaço da cana-de-açúcar, o suco de beterraba, a batata, cereais, como o milho e o arroz, e a madeira. No Brasil, o mais usado é o melaço, que contém cerca de 40 % de sacarose.

Por destilação do líquido resultante da fermentação em grandes colunas de fracionamento, pode-se obter o etanol de 96°GL.

O resíduo pastoso e malcheiroso que sobra após a destilação é conhecido como **vinhoto ou vinhaça**. Quando jogado nos rios constitui uma séria fonte de poluição. Pode, no entanto, ser aproveitado como adubo e na produção de biogás.

O bagaço da cana, por sua vez, pode ser usado para alimentação do gado ou pode ser seco e aproveitado como combustível.

Metanol:

Embora todos os álcoois apresentem $-\text{OH}$, seus efeitos no organismo são diferentes. Assim, para bebidas alcoólicas só pode ser usado o etanol.

Existem álcoois que são perigosos se inalados ou ingeridos. O mais perigoso é o metanol, que, além de tudo, tem vapores tóxicos. Causa danos ao fígado, pulmões, rins, cegueira permanente quando ingerido, inalado ou mesmo absorvido pela pele. Dependendo da dose, pode até matar.

Na falta de etanol, o governo, em 1990 autorizou o uso de uma mistura de etanol, metanol e gasolina como combustível para automóveis.

Apesar de tóxico, o metanol é importante em laboratórios e indústrias. É conhecido como "álcool da madeira", porque pode ser obtido pela destilação seca da madeira.

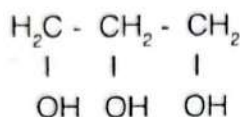
Poliálcoois:

São substâncias que têm mais de um grupo $-\text{OH}$ na molécula.

Os mais utilizados são o etileno-glicol (1,2-etanodiol), usado como aditivo para água de radiadores, o sorbitol (1,2,3,4,5,6-hexanohecol), usado em xampus e como substituto do açúcar em alimentos dietéticos e a glicerina ou glicerol (1,2,3-propanotriol).

Glicerina

É um líquido incolor, xaroposo, de sabor adocicado, solúvel em água.



A glicerina é usada na fabricação de cosméticos e lubrificantes mas sua maior aplicação é na fabricação de um forte explosivo: o trinitrato de glicerina (trinitroglicerina).

Dada a extrema sensibilidade à explosão do trinitrato de glicerila, seu emprego como explosivo só se tornou possível quando o engenheiro sueco Alfred Nobel descobriu que se pode diminuir a sua sensibilidade à explosão, absorvendo-o em certas substâncias, como, por exemplo, a serragem de madeira. A **dinamite** é trinitrato de glicerila absorvido em terra infusória.

A glicerina é um subproduto da fabricação do sabão. Por esse motivo, toda fábrica de sabão também vende glicerina. Ela é adicionada aos cremes de beleza e sabonetes, pois é um bom umectante, isto é, mantém a umidade da pele. Em produtos alimentícios ela também é adicionada com a finalidade de manter a umidade do produto e aparece no rótulo com o código umectante U.I.

EXERCÍCIOS

1. Em algumas loções pós-barba encontramos 2-propanol. Escreva a fórmula estrutural desse composto.
2. De acordo com a IUPAC, é correto chamar o 1-butanol apenas de butanol ? Explique por quê.
3. Qual o álcool presente nas bebidas alcoólicas ?
4. Qual a característica estrutural que serve para identificar os álcoois ?
5. Qual o significado de "grau Gay-Lussac" ?
6. Quais os principais empregos do etanol ?
7. Quais as bebidas classificadas como destiladas ?
8. Em que consiste a fermentação alcoólica ?
9. Quais os efeitos causados pelo metanol no organismo humano ?
10. Quais os empregos da glicerina ?

11. Que é dinamite ?
12. Quem foi o inventor da dinamite ?
13. Qual o maior teor alcoólico (em °GL) para o etanol que se obtém destilando o caldo de cana após fermentação ?
14. Qual o aproveitamento que se pode fazer do vinhoto e do bagaço da cana ?
15. Compare o teor alcoólico das bebidas destiladas e das não-destiladas.
16. Comente se a frase está correta ou não:

"As bebidas alcoólicas destiladas sofreram fermentação, ao passo que as não destiladas não sofreram".



Sugestão de Atividade Prática Fermentação Alcoólica

Objetivo: Obter o etanol (álcool comum) através da fermentação do açúcar.

Introdução: A obtenção de álcool a partir do açúcar ocorre por um processo fermentativo na presença de levedura. Essa presença é de vital importância, pois seu crescimento leva à produção de enzimas, que catalisam as reações químicas envolvidas na fermentação.

Material e reagentes:

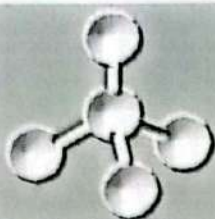
- | | |
|---|-------------------------------------|
| - 2 erlenmeyers de 400 mL | - 1 bastão de vidro |
| - 1 proveta de 200 mL | - 2 termômetros de -10 a 110°C |
| - 2 rolhas que se adaptem aos erlenmeyers com 2 orifícios | - 2 tubos de vidro em "U" de 6 mm Ø |
| - 2 pinças com mufas | - 2 suportes universais |
| - 400 mL de caldo de cana | - 2 tubos de ensaio 16 mm x 150 mm |
| - água de barita (ou de cal) | - 1 tablete de fermento de padeiro |

Procedimento:

1. Numere os dois erlenmeyers com etiquetas e coloque em cada um deles 200 mL de caldo de cana.
2. Divida o tablete de fermento ao meio, esfarele cada metade e acrescente-a ao conteúdo de cada um dos erlenmeyers.
3. Coloque água de barita nos dois tubos de ensaio até preencher metade de suas capacidades.
4. Monte dois sistemas como os representados na figura.
5. Meça a temperatura das soluções a cada 5 minutos até o final da aula, observando sempre o que ocorre com a água de barita.
6. Anote os resultados na tabela.
7. Deixe o sistema montado por 48 horas.
8. Destampe os erlenmeyers e cheire seus conteúdos. Pode identificar o odor do erlenmeyer nº 1?

Tabela

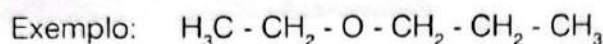
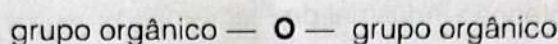
Hora da observação	Temperatura	Temperatura	Aspecto da água de barita	Aspecto da água de barita
	Frasco 1	Frasco 2	Frasco 1	Frasco 2



Éteres

O éter comum é, na verdade, um dos membros de grupo de compostos orgânicos conhecidos como éteres. Todos apresentam um átomo de oxigênio entre dois grupos orgânicos.

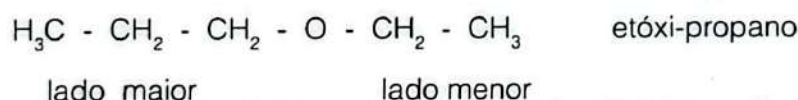
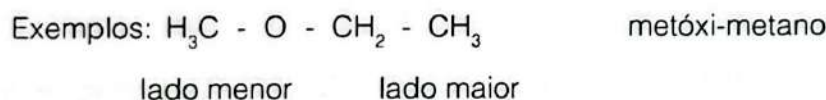
Éteres apresentam um átomo de oxigênio entre dois grupos orgânicos.



Nomenclatura

A nomenclatura IUPAC determina que o nome de um éter seja formado assim:

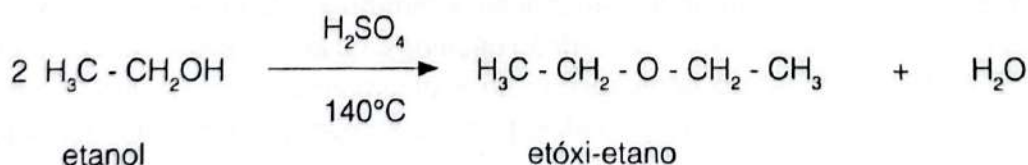
prefixo do número de carbonos do lado **menor** + **oxi** + nome do hidrocarboneto que corresponde ao lado **maior**



A maioria dos éteres possui cheiro agradável, toxidez moderada e é altamente inflamável.

Por serem pouco reativos e dissolverem muito bem a maioria dos compostos orgânicos, são largamente empregados como solventes inertes em reações orgânicas e na extração de essências, óleos e gorduras de suas fontes naturais.

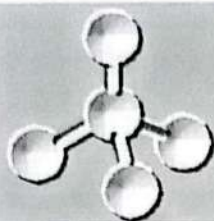
O éter mais importante é o éter comum, também chamado de etóxi-etano, éter dietílico ou éter sulfúrico, pois sua obtenção industrial envolve o ácido sulfúrico, H_2SO_4 .



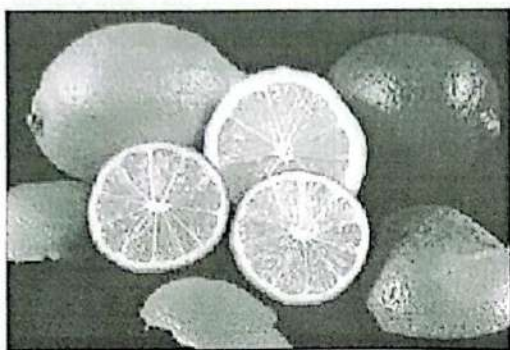
O etóxi-etano é um ótimo solvente orgânico. Dissolve óleo, ceras, alcalóides, perfumes, gomas etc. É ainda muito importante como anestésico local.

EXERCÍCIOS

1. Dê o nome IUPAC dos seguintes éteres:
 - a) $\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$
 - b) $\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
2. Que se pode afirmar sobre éteres com respeito a:
 - a) sua reatividade química ?
 - b) sua ação como solvente ?
 - c) sua inflamabilidade ?
3. Qual a matéria-prima para a obtenção industrial do éter comum ?



Aldeídos: das flores aos desinfetantes



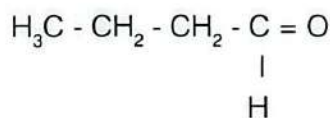
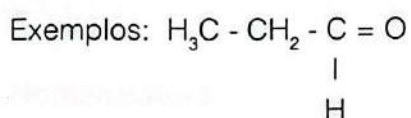
Na conservação de cadáveres é utilizada uma solução conhecida com o nome de formol. Bebidas de baixa qualidade provocam, quando ingeridas, dores de cabeça. Vanilina é componente do sabor da baunilha natural e o principal constituinte da baunilha artificial. Citral tem um forte sabor de limão, sendo empregado para dar aroma e sabor cítricos.

O que existe de comum entre esses fatos ?

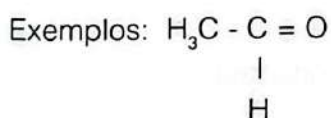
É que o formol é uma solução aquosa de um aldeído, o metanal. A dor de cabeça provocada por bebidas é devida a um aldeído: o etanal.

Vanilina e citral também são aldeídos.

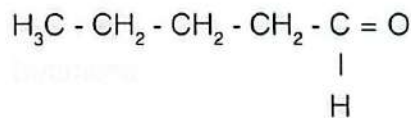
Aldeídos são compostos que apresentam o agrupamento --C=O



Nomenclatura: A IUPAC recomenda a utilização do sufixo **al.**



etanal



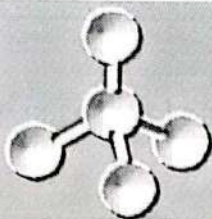
pentanal

Metanal, também chamado aldeído fórmico, é o principal aldeído. Nas condições ambientes é um gás incolor, extremamente irritante. Quando dissolvido em água na proporção de 37% em massa, forma uma solução conhecida como formol, usado como desinfetante, como fluido de embalsamamento e na conservação de tecidos animais. É usado em escala industrial para produção de alguns plásticos e de resinas.

Benzaldeído, também chamado aldeído benzóico, é o mais simples dos aldeídos aromáticos. É utilizado na indústria de corantes e perfumes: tem odor característico de amêndoas.

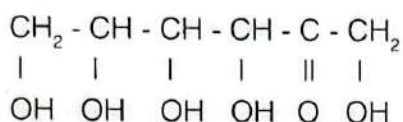
QUESTÕES

1. Existe um produto denominado **casco de cavalo** utilizado para tornar as unhas mais duras e resistentes: um de seus componentes é o aldeído com menor número de átomos de carbono. Qual é o nome e qual é a fórmula desse aldeído ?
2. Qual é a diferença entre o metanal e o formol ?
3. Cite duas aplicações do formol.
4. Escreva a fórmula estrutural do benzaldeído, sabendo que é o aldeído aromático mais simples.
5. Escreva a fórmula estrutural de:
 - a) hexanal
 - b) 3,7 - dimetil - 2,6 - octadienal (= citral)

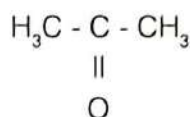


Cetonas: adoçam frutas e tiram esmalte

O açúcar das frutas (conhecido como frutose) e a acetona usada para remover o esmalte das unhas apresentam as seguintes fórmulas estruturais:

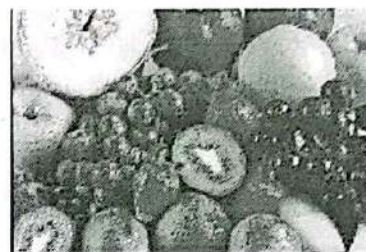


frutose



acetona

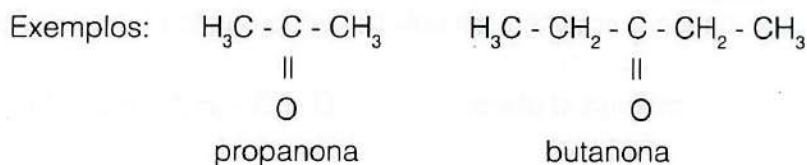
Existe, como você pode perceber, muita coisa em comum entre essas substâncias. Ambas são compostos orgânicos oxigenados, mas o fato mais importante é que ambas apresentam o agrupamento **C = O** (carbonila) entre carbonos da cadeia carbônica. Substâncias que têm essa estrutura são chamadas cetonas.



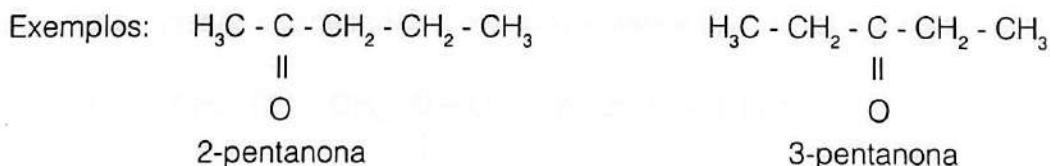
Cetonas são compostos que apresentam o grupo $\begin{array}{c} - \text{C} - \\ || \\ \text{O} \end{array}$ **(C secundário)**

Nomenclatura:

De acordo com a IUPAC, deve-se utilizar o sufixo **ona**



A partir de cadeias carbônicas com 5 átomos de carbono é necessário indicar a posição do grupo carbonila, iniciando a numeração pela extremidade mais próxima dele.



Muitas cetonas são encontradas na natureza como produtos ou intermediários do metabolismo animal ou vegetal. Muitas delas possuem aroma agradável.

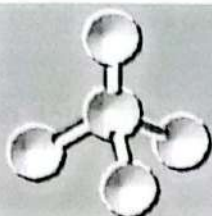
A cânfora é uma cetona obtida da árvore de cânfora, encontrada no oriente e na América do Sul. Tem cadeia cíclica e é usada para fins medicinais.

Muscona é a cetona obtida do almiscareiro do Himalaia e utilizada na formulação de perfumes (musk). É uma cetona cíclica com 15 átomos de carbono.

Acetona: é o nome vulgar da propanona. É líquido incolor, inflamável, miscível com a água. É muito empregada como solvente de tintas, vernizes, esmaltes. Na indústria de alimentos, é usada na extração de óleos e gorduras de sementes, como soja, amendoim e girassol. Sua comercialização é controlada pela Polícia Federal por ser utilizada na extração da cocaína, a partir das folhas de coca.

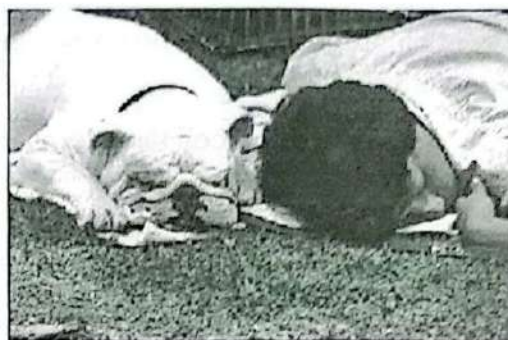
EXERCÍCIOS

1. Qual é o principal emprego da acetona ? Onde você já teve oportunidade de observar essa aplicação ?
2. De acordo com as regras de nomenclatura da IUPAC, existe 1-pentanona ? Por quê ?
3. Escreva a fórmula estrutural e a fórmula molecular de:
 - a) 2-heptanona
 - b) ciclobutanona
 - c) 2,3- pentanodiona
 - d) 3-hexanona

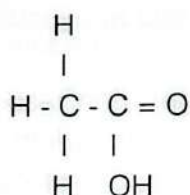


Ácidos Carboxílicos: das formigas ao vinagre

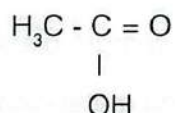
Você já ouviu falar que os cães conhecem seus donos pelo cheiro? Isso se deve ao fato de os seres humanos apresentarem junto à pele glândulas que produzem e liberam ácidos carboxílicos. A composição da mistura desses ácidos varia de pessoa para pessoa. Assim, cada indivíduo apresenta seu "cheiro característico", que animais de faro desenvolvido conseguem diferenciar. Esses ácidos são também responsáveis pelo cheiro do suor humano e de outros animais.



O vinagre também contém ácido carboxílico: trata-se de uma solução aquosa contendo de 5 a 6 % de **ácido etanóico** e já era conhecido pelos egípcios desde 3.000 a.C. O sabor azedo é, como sabemos, uma característica das substâncias ácidas.

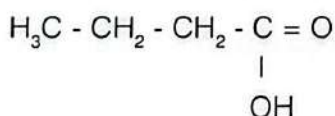


ou



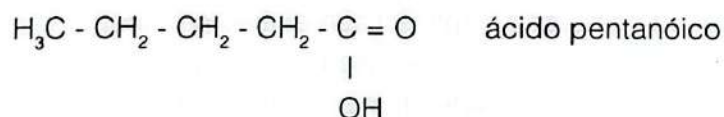
ácido etanóico

Na manteiga existem derivados do ácido butanóico, que conferem a ela seu odor característico. Quando a manteiga fica velha, formam-se grandes quantidades desse ácido, responsável pelo cheiro característico de manteiga rançosa.



ácido butanóico

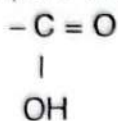
Em muitos queijos, principalmente no gorgonzola, o responsável pelo aroma, mesmo presente em pequenas quantidades é o ácido pentanóico.



ácido pentanóico

Os três compostos são ácidos fracos, o que torna possível sua ingestão sem prejuízo à saúde.

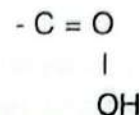
Compare suas fórmulas estruturais e veja que elas têm em comum a presença do grupo



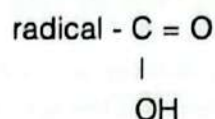
que caracteriza o grupo de substâncias que os químicos chamam de ácidos carboxílicos.

O hidrogênio do grupo carboxila forma o íon H^+ em presença de água, o que garante características ácidas.

Ácidos carboxílicos têm a presença do grupo carboxila



Caracterização de ácidos carboxílicos:



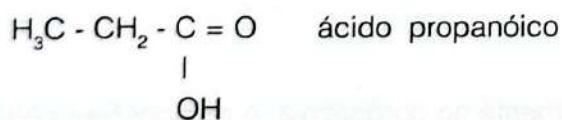
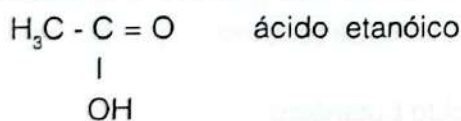
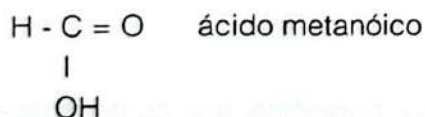
Nomenclatura:

De acordo com a IUPAC, para dar nome aos ácidos carboxílicos, devemos proceder como no caso dos hidrocarbonetos

prefixo - intermediário - sufixo

Aqui empregamos sempre o sufixo **óico**

Exemplos:



Em Química Orgânica existe uma simplificação muito útil ao representar moléculas grandes.

Exemplo: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O}$ ácido hexanóico
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{OH}$

que pode ser representado por: $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \text{C} = \text{O}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{OH}$

Essa simplificação pode ser empregada sempre que houver repetição do grupo $-\text{CH}_2-$ na cadeia carbônica de um composto.

Exemplo: $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_6 - \text{C} = \text{O}$ ácido octanóico
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{OH}$

Da mesma forma, o grupo $-\text{C} = \text{O}$ pode ser escrito $-\text{COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{OH}$

Outra simplificação muito usada é representar uma cadeia carbônica ligada a um grupo por $-\text{R}$.

Assim, $\text{R} - \text{C} = \text{O}$ representa um ácido carboxílico genérico
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{OH}$

Nomenclatura usual:

Apesar de a regra oficial de nomenclatura (IUPAC) ter facilitado bastante a vida do químico, muitos nomes antigos persistem até hoje. O nome estava relacionado com a origem do composto.

Assim, o ácido metanóico é conhecido desde fins do século XVII com o nome de **ácido fórmico**. Seu nome deriva do antigo método de obtenção: maceração de formigas vermelhas em água e posterior destilação da solução resultante.

O ácido etanóico é conhecido como **ácido acético** (acetum = azedo).

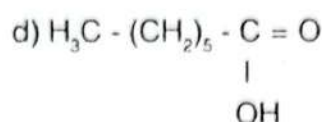
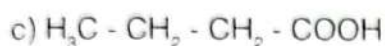
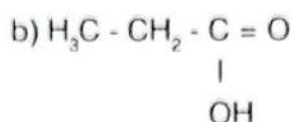
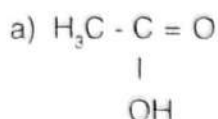
O ácido butanóico é conhecido como ácido butírico (do grego boutyron = manteiga).

EXERCÍCIOS

1. Quais os nomes oficial e usual de:

- composto orgânico presente nas formigas, nas urtigas e no espinho do pinheiro.
- composto orgânico presente no vinagre.
- composto orgânico presente na manteiga rançosa.

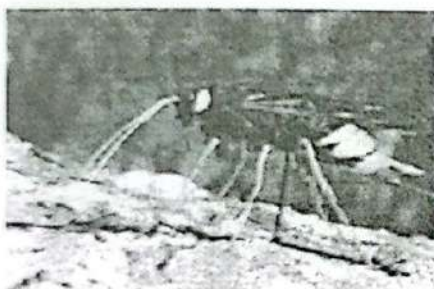
2. Escreva o nome oficial (IUPAC) de:



3. Bodes e cabras apresentam um odor muito desagradável. Os responsáveis por isso são três ácidos que, quando descobertos receberam os nomes de **capróico**, **caprílico** e **cáprico**. Os nomes oficiais desses ácidos são, respectivamente, hexanóico, octanóico e decanóico. Escreva as fórmulas estruturais para cada um deles.

4. Qual o produto de uso doméstico que contém ácido acético (etanóico) ?

Ácido metanóico (ácido fórmico) - Destilado de formigas



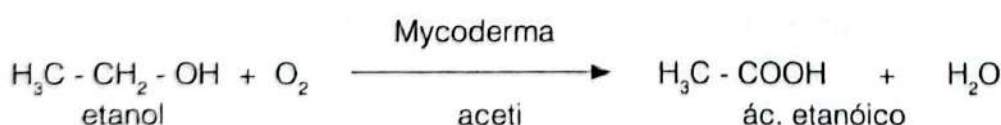
O ácido fórmico tem cheiro desagradável, é irritante e tem forte ação bactericida. É usado na preservação de sucos de frutas e da ração animal, na desinfecção de tonéis de vinho e de cerveja, no tingimento de papel e de tecidos, no curtimento de couros de animais.

Por que o vinho azeda quando não é corretamente armazenado?

As adegas são construídas de modo a permitir que as garrafas fiquem em repouso num ambiente pouco iluminado e em posição horizontal. Sabe-se que assim há menor probabilidade de o vinho azedar. **Por quê?**

Ao deitar a garrafa a rolha é umedecida pelo líquido e, em consequência, incha. Assim, seus poros são fechados, impedindo a entrada do oxigênio do ar, responsável pela deterioração do vinho.

O vinho contém etanol. Na presença de oxigênio do ar (O_2) e de um fungo, chamado *Mycoderma aceti*, ocorre a fermentação acética que transforma vinho em vinagre (do francês **vin** = vinho e **aigre** = azedo). O *Mycoderma aceti* (chamado "mãe do vinagre") produz enzimas que fazem a fermentação.



O vinagre contém de 3 a 10 % de ácido acético ao lado de outros compostos que se formam na fermentação e que lhe dão cheiro e sabor especial. Por destilação do vinagre pode-se concentrar o ácido acético (etanóico).

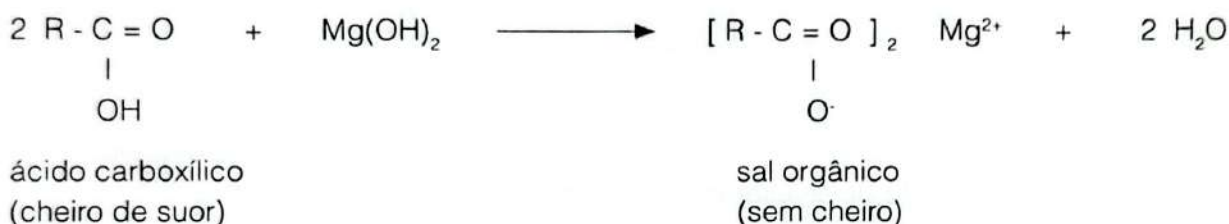
O ácido acético para fins industriais pode ser obtido pela destilação seca da madeira, conseguindo-se concentrações de até 99,5 %.

Alguns empregos do ácido acético são: na alimentação (sob a forma de vinagre), como solvente para resinas, na síntese de perfumes, corantes e acetona, na síntese de acetatos de metais (acetato de sódio, acetato de chumbo, acetato de alumínio) usados na indústria, na obtenção de acetato de celulose que é matéria-prima da seda artificial.

Leite de magnésia: um desodorante

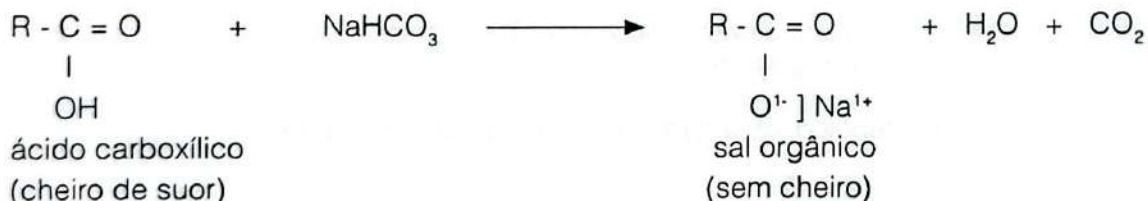
Desde há muito tempo, o "saber popular" recomenda o uso de leite de magnésia como desodorante. E isso realmente funciona.

O leite de magnésia é suspensão aquosa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$, uma base. Assim, ele é capaz de neutralizar os ácidos da transpiração, eliminando o odor (lembra-se da reação de neutralização?).



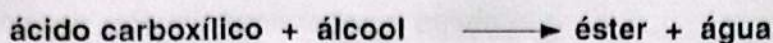
Desodorante com bicarbonato de sódio:

Para eliminar os odores da transpiração, que são devidos a alguns ácidos carboxílicos presentes no suor, existem no mercado talcos e desodorantes que contêm bicarbonato de sódio. Sua função é diminuir o odor, pois reage com os ácidos carboxílicos, transformando-os no sal correspondente.

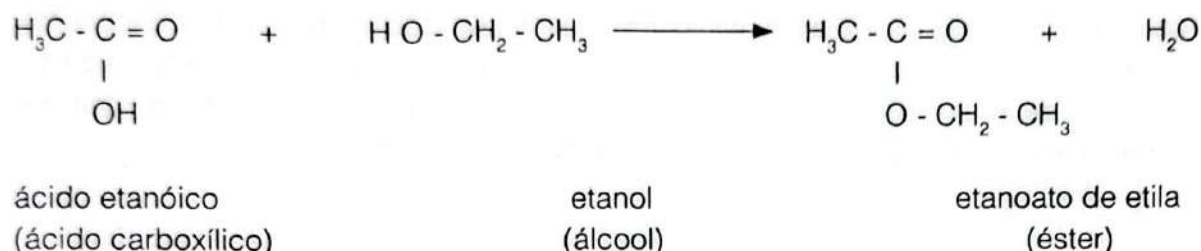


Reação de ácidos carboxílicos com álcoois:

Os ácidos carboxílicos reagem com os álcoois, na chamada reação de esterificação. Forma-se um composto chamado éster, além de água.

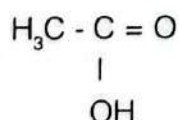


Exemplo:



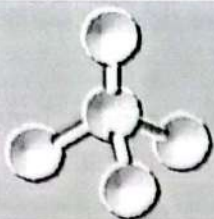
EXERCÍCIOS

- Qual a reação que ocorre na transformação do vinho em vinagre?
- A não-proliferação de bactérias em meio ácido é um recurso usado na conservação de alimentos. Baseado nesse princípio, o composto usado como conservante é:
 - $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 - $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$
 - $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
 - $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 - $\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$
- Explique a possibilidade de se usar leite de magnésia como desodorante.
- Explique a ação de um talco à base de bicarbonato de sódio no combate aos odores da transpiração.
- Um álcool reage com um ácido carboxílico? Explique.
- Escreva a fórmula estrutural e a fórmula molecular de:
 - ácido propanóico
 - ácido butanóico
- Qual o grupo que caracteriza os ácidos carboxílicos?
- Uma solução aquosa de um ácido carboxílico deverá ter um valor de pH sempre igual a 7, superior a 7 ou inferior a 7? Por quê?
- Considerando o ácido etanóico, cuja fórmula estrutural aparece abaixo:



identifique o átomo de hidrogênio que é responsável pelas propriedades ácidas apresentadas por essa substância.

- Além da alimentação (vinagre), cite três usos possíveis para o ácido etanóico.

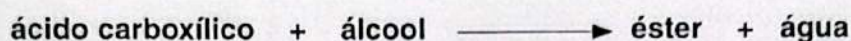


Ésteres: sabores e perfumes

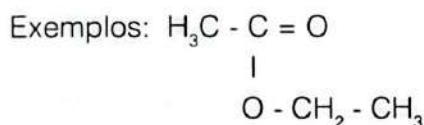
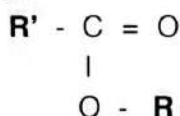
Pense nesses produtos: manteiga, óleo de linhaça, azeite, cera de abelha e essência de maçã.

Apesar de seus usos, odores e cores tão diferentes, poderia você supor que suas estruturas químicas são semelhantes? Pois são. Tais compostos são denominados **ésteres**.

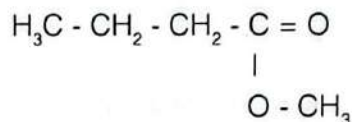
Ésteres são derivados de ácidos carboxílicos e de álcoois, em reação com perda de água.



Caracterização do éster:



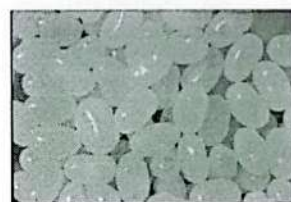
etanoato de etila



butanoato de metila

Flavorizantes:

Se você estiver de olhos vendados, comendo um alimento que não viu, muito provavelmente será capaz de identificá-lo pelo "gosto". No entanto, se estiver resfriado, isso se torna mais difícil ou até mesmo impossível. Por quê?



A língua, ao contrário do que se pensa, sente apenas quatro sabores: azedo, amargo, salgado e doce. Durante a mastigação, a língua sente o sabor do alimento, enquanto nas fossas nasais, sensores sentem o aroma (cheiro).

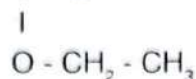
Sabor e aroma se completam e se confundem, formando a sensação que é designada pela palavra inglesa **flavor** (usada em português sem tradução).

Assim, **flavor** significa **sabor** + **aroma**.

Quando ficamos resfriados, as fossas nasais ficam congestionadas e, dessa forma



flavorizante de abacaxi



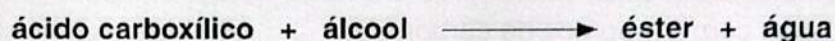
Reação de esterificação

Já sabemos que ésteres são compostos derivados de ácidos carboxílicos e com larga aplicação como flavorizantes.

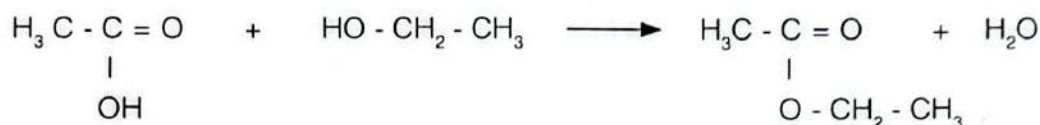
Embora ésteres sejam extremamente difundidos na natureza, nem sempre é economicamente viável extraí-los de produtos naturais.

Então, como produzir um éster ?

Isso é feito através da **reação de esterificação**, a reação química entre um ácido carboxílico e um álcool. Nessa reação forma-se também água, devido à saída de um **H** do álcool e de um **OH** do ácido:



Exemplo:



ácido etanóico

etanol

etanoato de etila

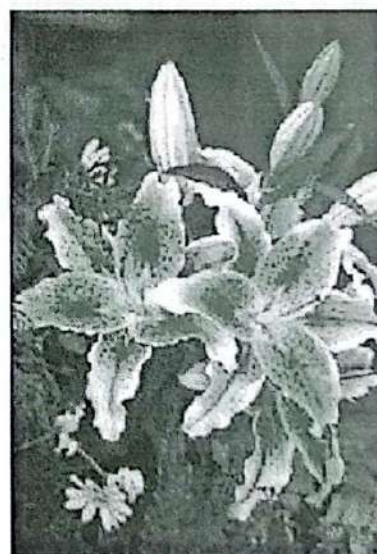
É fácil perceber que se desejarmos obter um éster, basta reagir o ácido e o álcool apropriados. Por exemplo, desejando-se obter o propanoato de metila, basta reagir o ácido propanóico com o metanol.

Óleos, gorduras, essências ...

Os ésteres são extremamente abundantes na natureza: podem estar no perfume das flores, no odor característico das frutas, nos óleos e gorduras (vegetais e animais), nas ceras (de abelha, da carnaúba).

a) essências de frutas - são ésteres derivados de ácidos de baixo conteúdo carbônico e de álcoois de baixo conteúdo carbônico. O agradável odor de abacaxi deve-se aos ésteres que ele contém, um dos quais é o hexanoato de etila.

b) óleos e gorduras - são ésteres derivados de ácidos carboxílicos de elevado conteúdo carbônico (denominados ácidos graxos) e da glicerina (propanotriol). Esses ésteres são chamados glicerídeos).



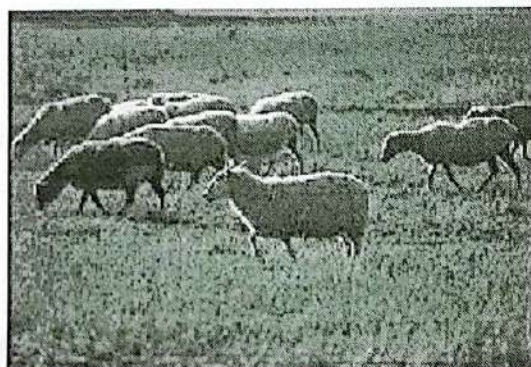
Sabemos que, em condições ambientes, as gorduras são sólidos e os óleos são líquidos. Todos são ésteres, mas a diferença está na cadeia carbônica: as gorduras possuem cadeia saturada (só ligações simples) enquanto os óleos possuem cadeia insaturada (uma ou mais duplas ligações).

Por motivos histórico-culturais, a maior parte da população tem preferência alimentar por gorduras de origem animal: banha, manteiga. Essa preferência pode ser danosa à saúde, uma vez que dietas com alto índice de ácidos graxos saturados são relacionadas a várias alterações no organismo, que podem ocasionar trombose das coronárias, derrames e enfartes.

Por esses motivos tornou-se necessário encontrar um substituto para as gorduras animais e, após pesquisas, descobriu-se que é possível adicionar hidrogênio (H_2) às duplas ligações (insaturações) dos óleos, transformando-os em gorduras: surgiram a gordura vegetal hidrogenada e a margarina, tão comuns hoje e que são obtidas, respectivamente, pela hidrogenação total ou parcial de óleos de soja, milho ou caroço de algodão.

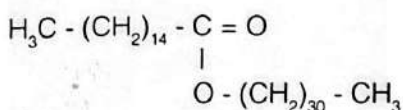
c) **ceras** - são ésteres de ácidos graxos e de álcoois de elevado número de carbonos. A lanolina, por exemplo, é um éster derivado de um ácido carboxílico com 26 átomos de carbono e de um álcool com 31 átomos de carbono.

Na natureza, as ceras são encontradas recobrando as partes externas de vegetais, as penas de certas aves aquáticas ou os pêlos de certos animais. Nos vegetais, elas têm a função de retardar a evaporação da água, e, nas aves aquáticas, provocam a impermeabilização das penas, permitindo o nado ou o mergulho desses animais.

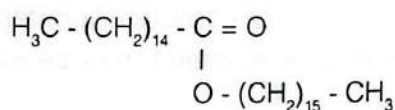


As principais ceras de origem animal são:

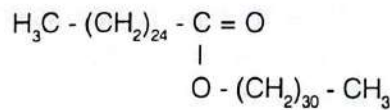
- cera de abelha: extraída do favo das colméias;
- cera espermacete: extraída do esperma de baleias;
- cera de lanolina: extraída da lã dos carneiros;



cera de abelha

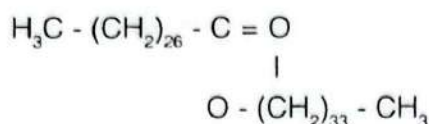


cera espermacete



cera de lanolina

Uma das principais ceras de origem vegetal é a cera de carnaúba:



As ceras são utilizadas na fabricação de velas, de ceras para assoalhos, graxas para sapato, pomadas e cremes cosméticos, moldes dentários etc.

Sabão

O sabão já era conhecido entre os fenícios e também entre os romanos. Parece que sua preparação inicial foi casual: formou-se durante o sacrifício de animais nos altares, por reação da gordura dos animais com a cinza da fogueira.

Sabão é um sal de ácido graxo, isto é, um ácido carboxílico de cadeia longa.

Excluindo os detergentes e alguns outros agentes emulsionantes, todos os sabões são produzidos a partir de uma reação química denominada **saponificação** que consiste na reação de óleo ou gordura com uma base forte (NaOH ou KOH)

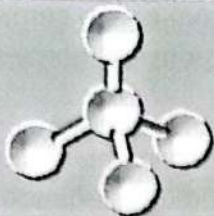


É importante notar que a matéria-prima para os sabões são os lipídeos ou gorduras naturais. Entre eles, o mais importante é o sebo animal. Óleo de coco, de babaçu e de palma são igualmente usados, juntamente com o sebo ou separadamente. A glicerina é um subproduto da fabricação do sabão. É adicionada a cosméticos e sabonetes pois mantém a umidade da pele. É usada também na fabricação de explosivos, como o TNG (trinitroglicerina).

EXERCÍCIOS

1. O que se entende por ácido graxo ?
2. A que função pertencem os óleos e as gorduras ?
3. Quais os reagentes e quais os produtos:
 - a) de uma reação de esterificação;
 - b) de uma reação de saponificação.
4. Quimicamente falando, o que é o sabão ?
5. Qual o subproduto obtido na fabricação do sabão? Cite duas de suas aplicações.

6. Nos rótulos das margarinas, lê-se a seguinte frase: "Fabricado com óleos vegetais poliinsaturados hidrogenados." Explique o significado dessa frase.
7. Qual é a reação que permite transformar um óleo em gordura sólida?
8. Numa indústria de sabão, qual dos seguintes compostos constitui um subproduto aproveitável?
- a) parafina b) anilina
c) glicerina d) vaselina e) vaselina
9. Um dos flavorizantes mais usados para dar o sabor de maçã é o etanoato de etila:
- a) escreva sua fórmula estrutural;
b) identifique o ácido carboxílico e o álcool que podem originá-lo.
10. Qual a diferença na estrutura molecular entre óleos e gorduras ?

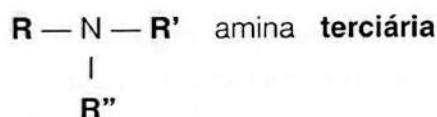
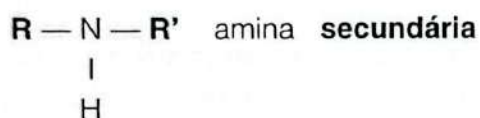
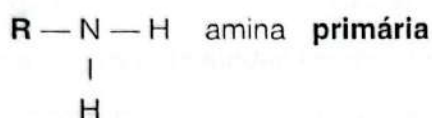


Aminas: peixes, sulfas, corantes, vitaminas ...



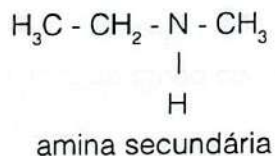
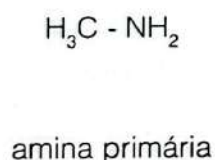
As aminas são substâncias orgânicas que podem ser consideradas como derivadas da amônia (NH_3) pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupos orgânicos:

Veja o esquema abaixo:



R , R' e R'' = grupos orgânicos

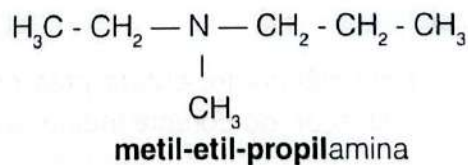
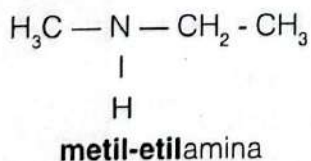
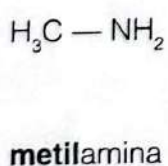
Exemplos:



Nomenclatura:

De acordo com a IUPAC, escreve-se os nomes dos grupos orgânicos ligados ao nitrogênio, seguidos da palavra **amina**.

Exemplos:



As aminas com poucos átomos de carbono são solúveis em água e têm cheiro semelhante ao amoníaco. O odor característico de peixe é devido às aminas, principalmente à trimetilamina.

Com o aumento do número de carbonos na molécula, os odores se tornam muito pútridos. Putrescina $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_4 - \text{NH}_2$ e cadaverina $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_5 - \text{NH}_2$ são nomes adequados para duas aminas.

Aminas são substâncias que se comportam como bases. São as **bases orgânicas**. Esse comportamento é devido ao grupo **amino** — NH_2 . Assim, elas reagem com água formando o íon OH^- e reagem com ácidos inorgânicos formando sais (sais de alquilamônio):

Exemplos:



cloreto de metilamônio

Sais das aminas com ácidos inorgânicos são semelhantes aos sais de amônio: são compostos cristalinos, solúveis em água.

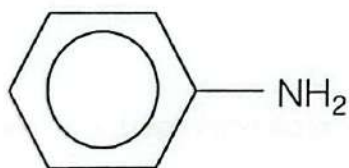
As aminas são muito difundidas na natureza. Algumas são extremamente tóxicas. O filósofo grego Sócrates (469 - 399 a.C.) foi condenado a beber cicuta, extrato de uma planta que contém uma amina tão tóxica que causa a morte: a coniína.

Algumas vitaminas, fundamentais para o funcionamento de nosso organismo, como a vitamina B_1 , são aminas. O nome deriva da junção de duas palavras vital + amina.

Antibióticos, como as sulfas e a penicilina, também são aminas.

Existem aminas que aumentam a atividade do sistema nervoso, elevam o ânimo, sendo usadas como estimulantes: são chamadas anfetaminas. Outras aminas, como a xilocaína e a benzocaína, são anestésicos.

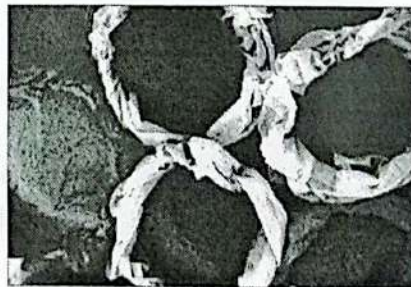
A mais importante das aminas, do ponto de vista industrial é a fenilamina ou anilina:



fenilamina ou anilina

O nome anilina vem do árabe (an-nil) e significa anil, azul.

Essa substância foi obtida pela primeira vez a partir da destilação do corante índigo, extraído de uma planta.



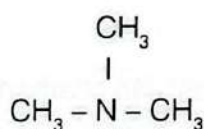
Como atualmente muitos corantes podem ser obtidos a partir da anilina, o nome dessa substância é usado como sinônimo de corante

A anilina (fenilamina) é encontrada também no alcatrão da hulha.

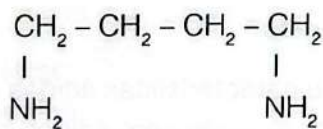
As aminas são muito importantes para a vida, para a indústria e na medicina, mas também estão presentes na estrutura de muitas substâncias nocivas à saúde, como a morfina, a heroína e a cocaína.

EXERCÍCIOS

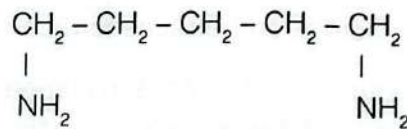
1. Construa a fórmula estrutural de uma amina primária, uma secundária e uma terciária, todas com 4 átomos de carbono e somente ligações simples entre eles. Dê seus nomes oficiais.
2. Por que comercialmente muitas vezes se chama um corante de anilina ?
3. Escreva a fórmula estrutural de:
 - a) etilamina
 - b) isopropilamina
 - c) dietilamina
 - d) trimetilamina.
4. Durante o apodrecimento de um peixe formam-se várias aminas voláteis, que são responsáveis pelo cheiro característico. No entanto, se adicionarmos um pouco de ácido muriático (HCl comercial, usado em limpeza), o odor diminuirá bastante. Explique esse fato.
5. Dadas as fórmulas estruturais abaixo, identifique nelas o grupo responsável por sua classificação como aminas:



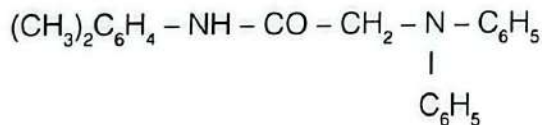
trimetilamina
(peixe podre)



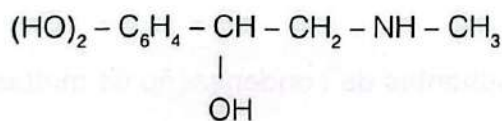
1,4-diamino-butano
(putrescina)



1,5-diamino-pentano
(cadaverina)



xilocaína (anestésico local)



adrenalina (acelera os batimentos cardíacos)

Aminoácidos: os construtores das proteínas

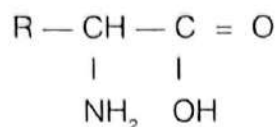
Cabelos, unhas, pele, músculos, sangue são constituídos por proteínas.

Carne, leite, ovos são alimentos denominados completos porque contêm todos os aminoácidos essenciais de que o organismo humano necessita para produzir proteínas.

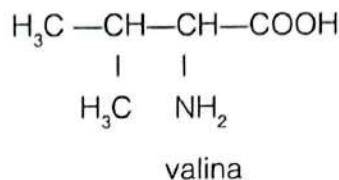
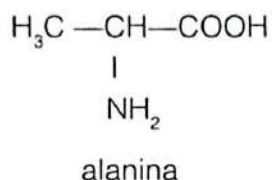
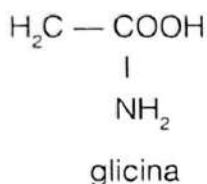
Aminoácidos são ácidos carboxílicos que possuem um grupo amino —NH₂

Quando o grupo amino está no carbono vizinho à carboxila, tem-se os **α aminoácidos**, que são essenciais à vida.

Os aminoácidos podem ser representados por:



Exemplos:



Como você pode observar, os aminoácidos são moléculas que têm dois grupos funcionais:

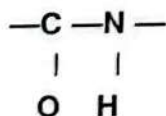
—NH₂ de aminas e —COOH de ácidos carboxílicos

As aminas têm caráter básico: são as bases orgânicas.

Os ácidos carboxílicos têm caráter ácido.

Os aminoácidos têm simultaneamente características ácidas e básicas: são chamados compostos **anfóteros** e são capazes de reagir tanto com ácidos como com bases.

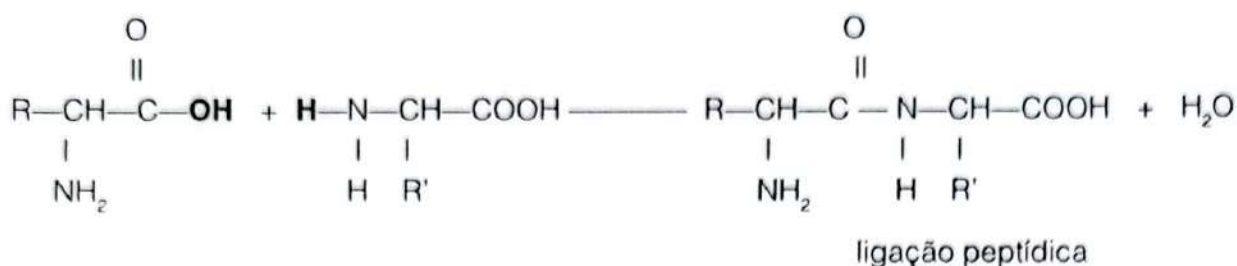
Assim, o grupo —NH₂ de um aminoácido (caráter básico) pode reagir com o grupo —COOH de **outro** aminoácido (caráter ácido). Elimina-se uma molécula de água e forma-se a **ligação peptídica**:



É esse tipo de ligação que produz as **proteínas**.

Proteínas são macromoléculas resultantes da condensação de muitas moléculas de aminoácidos.

Exemplo da formação de uma ligação peptídica:



Embora o número de proteínas seja muito grande (estima-se que no organismo humano exista mais de um milhão de proteínas diferentes), o número de aminoácidos que participam de sua constituição é de cerca de 20.

O que diferencia uma proteína da outra é a seqüência com que os aminoácidos estão unidos.

EXERCÍCIOS

1. Qual a característica estrutural apresentada pelos aminoácidos?
2. Por que se diz que os aminoácidos possuem caráter anfótero?
3. O que é uma proteína, sob o ponto de vista químico? Qual o grupo funcional presente?
4. O que vem a ser uma ligação peptídica?
5. As unidades constituintes das proteínas são compostos orgânicos que apresentam, ao mesmo tempo, as funções:
 - a) álcool e éster;
 - b) aldeído e cetona;
 - c) ácido carboxílico e éster;
 - d) ácido carboxílico e amina;
 - e) álcool e amina.



Sugestão de Atividade Prática

Preparo do Sabão

- Objetivos:**
- Preparar sabão através da reação de saponificação do óleo de soja.
 - Reconhecer o sabão como agente emulsificante de gorduras.

Materiais e reagentes:

- | | |
|--------------------------|---|
| - óleo de soja | - bastão de vidro |
| - solução aquosa de NaOH | - tela de amianto |
| - tripé | - solução saturada de NaCl |
| - bico de Bunsen | - proveta de 10 mL |
| - proveta de 100 mL | - copinho de café com furinhos no fundo |
| - béquer de 400 mL | - tubo de ensaio com rolha |
| - béquer de 100 mL | |

Procedimento experimental

1. No béquer de 400 mL coloque 40 mL de solução aquosa de NaOH a 40% e aqueça até a ebulição.
2. Adicione aos poucos, com cuidado, sempre agitando, 10 mL de óleo de soja.
3. Continue agitando com bastão de vidro e mantenha o aquecimento em chama baixa até não perceber mais gotículas de óleo e ter uma massa bem pastosa. **Atenção: controle o aquecimento para que o material não transborde e nem espirre fora do béquer.**
4. Desligue o fogo e deixe esfriar por cerca de 2 minutos, agitando sempre.
5. Adicione 40 mL de solução saturada de NaCl e mexa com o bastão de vidro. Deve-se observar a formação de duas camadas, uma delas bem pastosa: essa camada é o sabão.
6. Sobre a pia, despeje o conteúdo no copinho de café com furinhos, desprezando a fase líquida.
7. Teste o sabão que preparou, colocando pequena porção dele num tubo de ensaio com água. Tampe com a rolha, agite e verifique se faz a espuma típica de sabão.
8. Coloque agora 2 gotas de óleo no tubo de ensaio, agite novamente e verifique se ele emulsiona o óleo.
9. Deixe endurecer até a próxima aula de laboratório, identificando seu grupo com uma etiqueta colada no copinho.

QUESTÕES

1. Do ponto de vista químico, o que é o sabão?
2. Quais os reagentes e produtos de uma reação de saponificação?
3. O pH de uma solução de sabão é maior ou menor que 7? Por quê?
4. Qual o subproduto obtido na fabricação do sabão? Cite duas de suas aplicações.



Sugestão de Atividade Prática Sabões e Detergentes

Objetivo: Fazer um estudo comparativo de sabões e detergentes, identificando propriedades, mecanismo de ação e possíveis problemas de poluição decorrentes do uso em larga escala desses produtos.

Materiais e reagentes:

- 2 béqueres de 100 mL
- 2 conta-gotas
- 4 tubos de ensaio
- 1 rolha
- 1 bagueta
- papel de tornassol vermelho
- detergente
- solução aquosa de HCl 2 mol/L
- solução aquosa de CaCl_2 1 mol/L
- estante para tubos de ensaio

Procedimento experimental:

1. Num béquer de 100 mL, faça uma solução aquosa do sabão que você preparou na aula anterior e teste com papel tornassol vermelho. Anote na tabela 1.
2. Em outro béquer de 100 mL, prepare solução aquosa de detergente e teste com papel tornassol vermelho. Anote na tabela 1.
3. Separe 2 tubos de ensaio e coloque em cada um deles 40 gotas de solução aquosa de sabão.
4. Num dos tubos de ensaio, coloque 20 gotas de solução aquosa de HCl. Coloque a rolha, agite, observe e anote na tabela 1.
5. No outro tubo de ensaio (contendo também solução aquosa de sabão) coloque 20 gotas de solução aquosa de CaCl_2 . Coloque a rolha, agite, observe e anote na tabela 1.
6. Repita as operações 3, 4 e 5, substituindo a solução de sabão pela solução de detergente.

Tabela 1

	solução aquosa de sabão	solução aquosa de detergentes
cor em papel tornassol verm.		
+ HCl faz espuma ?		
+ HCl forma precipitado ?		
+ CaCl_2 faz espuma ?		
+ CaCl_2 forma precipitado?		



Sugestão de Atividade em Microescala Preparando Detergente

(Extraída de Roque Cruz, Experimentos de Química em Microescala, vol. 3, Editora Scipione, São Paulo)

Objetivo: Preparar um tiocomposto cuja cadeia é parte polar e parte apolar.

Material: placa de reações / bagueta / 2 micropipetas / pisseta / colher de medida / microfunil / papel de filtro / tubo de ensaio.

Reagentes: álcool octílico / H_2SO_4 / solução de NaOH 12 mol/L / fenolftaleína

Procedimento:

- Coloque 20 gotas de álcool octílico e 15 gotas de H_2SO_4 concentrado no tubo de ensaio.
- Coloque 20 gotas da solução de NaOH e 2 gotas de fenolftaleína em uma célula.
- Goteje a solução do tubo na célula com NaOH, com o auxílio da micropipeta.

Importante: a cada gota adicionada agite a solução da base até que esta se torne incolor.

- Observe o precipitado formado e analise.
- Filtre a solução para separar o precipitado e deixe-o secar.
- Coloque 2 mL de água em outra célula e acrescente 1 medida do precipitado (detergente) formado. Agite. Retire uma parte da solução com o auxílio da micropipeta e transfira para o tubo de ensaio. Agite. Há formação de espuma?



Sugestão de Atividade em Microescala Detergente, Sabões e Água Dura

(Extraída de Roque Cruz, Experimentos de Química em Microescala, vol. 3, Editora Scipione, São Paulo)

Objetivo: Estudar o comportamento de substâncias limpantes em relação a diversos meios que encontramos.

Material: bagueta / placa de reações / pisseta / frascos de plástico.

Reagentes: sabão comercial / óleo / detergente comercial / CaCl_2 / H_2SO_4

Procedimento:

Parte 1 - Estudo do caráter emulsificante dos detergentes e sabões

- Coloque 2 mL de água e 2 mL de óleo no frasco. Tampe-o, agite-o e deixe-o em repouso.
- Repita esse procedimento para o frasco 2, porém adicione também 2 gotas de detergente.
- Repita esse procedimento para o frasco 3, porém substitua o detergente por um pedaço do sabão.
- Em qual dos frascos houve formação de uma emulsão? Por quê?

Parte 2 - Estudo do “poder limpante” de espumas dos sabões e detergentes em alguns meios.

- Prepare os frascos de acordo com a tabela abaixo:

frasco 1

2 mL de água +
1 gota de detergente

frasco 2

2 mL de água +
1 gota de detergente
+ 1 gota de ácido

frasco 3

2 mL de água +
1 gota de detergente
+ 1 medida de CaCl_2

frasco 4

2 mL de água +
1 pedaço de sabão

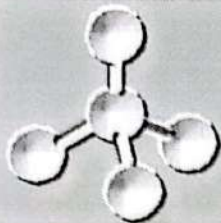
frasco 5

2 mL de água +
1 pedaço de sabão
+ 1 gota de ácido

frasco 6

2 mL de água +
1 pedaço de sabão
+ 1 medida de CaCl_2

- Tampe os frascos e agite-os.
- Em quais frascos há formação de espuma?
- Como você classificaria o poder limpante dos sabões e detergentes nos diversos meios estudados? Explique o observado.



Açúcares

Introdução

Ao contrário das plantas, que são capazes de sintetizar tudo de que necessitam, utilizando a energia do sol, os animais precisam obter nutrientes e energia dos alimentos que, através da digestão, são transformados em formas capazes de serem absorvidos pelo corpo e utilizados como fonte de energia ou para sintetizar substância como proteínas, enzimas e hormônios, necessários para o funcionamento do organismo.

Que tipo de substância é fonte de energia necessária ao homem?

A resposta vem com uma frase muito utilizada nos livros didáticos de química. "Glicídios, o combustível da vida."

Os carboidratos, glicídios ou os açúcares são as principais fontes de energia para o ser humano. O homem os consome na forma de grãos de cereais, raízes ou mesmo na forma de substância pura, por serem mais facilmente digeríveis e de fácil aquisição. Só para se ter uma idéia, eles fornecem de 45 a 55 por cento das calorias da dieta do ser humano.

Definição de açúcares

Os carboidratos, glicídios ou açúcares, são compostos, que contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, os quais podem apresentar unidades simples com seis átomos de carbono, como, por exemplo, a glicose, até cadeias longas (polímeros) como o amido e a celulose. Os carboidratos, com algumas poucas exceções, são de origem vegetal.

Além de fonte de energia, devemos lembrar a celulose, um carboidrato que está presente na madeira, é utilizado na fabricação de tecidos de algodão e linho, também é matéria prima na fabricação de papel, celofane.

Quimicamente os açúcares se dividem em dois tipos. Os Aldoses e Cetoses.

- Aldose é um composto que apresentam os grupo funcionais aldeído e álcool.
- Cetose é um composto que apresenta os grupos funcionais cetona e álcool.

Como foi dito anteriormente, podemos ter açúcares com unidades simples que chamamos de monossacarídeos e açúcares mais complexos que chamamos de polissacarídeos dependendo de números de unidades que possuem dos monossacarídeos que apresentarem. Por exemplo: a sacarose (o açúcar da cana) é um dissacarídeo porque é formado por uma molécula de glicose uma de frutose e dois monossacarídeos.

Podemos afirmar que: os monossacarídeos são açúcares que não sofrem quebra em unidades mais simples, ou seja, não sofrem hidrólise, já os polissacarídeos sofrem hidrólise.

Exemplos de açúcares e sua classificação:

Glicose - $C_6H_{12}O_6$ poliálcool - aldeído - monossacarídeo	Frutose - $C_6H_{12}O_6$ poliálcool - cetona - monossacarídeo	Sacarose - $C_{12}H_{22}O_{11}$ poliálcool - cetona e aldeído - monossacarídeo
$ \begin{array}{c} \text{H} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{cc} \text{H} - \text{C} & \text{O} \\ & \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} & \text{CH}_2\text{OH} \\ & \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} & \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ & \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} & \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ & \\ \text{H} - \text{C} & \text{H} - \text{C} \\ & \\ \text{CH}_2\text{OH} & \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $

Fontes dos açúcares

Atualmente, é perfeitamente possível sintetizar os glicídeos mais simples em laboratório, já os polissacarídeos é muito difícil, alguns até impossíveis. Entretanto trata-se de uma tarefa desnecessária, uma vez que os polissacarídeos são extensamente encontrados na natureza, pois os vegetais sintetizam os polissacarídeos, através da fotossíntese.

Cio da Terra
Milton Nascimento e Chico Buarque

*Debulhar o trigo
 Recolher cada baga do trigo
 Forjar do trigo
 O milagre do Pão
 E se faltar de pão*

*Decepar a cana
 Recolher a garapa da cana
 Provar da cana
 A doçura do mel
 E lambuzar de mel*

*Afagar a Terra
 Conhecer os desejos da Terra
 Cio da Terra
 Propícia estação
 E fecundar o chão*

(Sugestão de trabalho: após ouvir a música, o professor poderá aplicar o questionário que está logo a seguir ou trabalhar em cima de reflexões ou debates sobre o tema da música, relacionando a questão da produção de alimentos com o problema da fome ou até sobre reforma agrária no Brasil.)

QUESTIONÁRIO

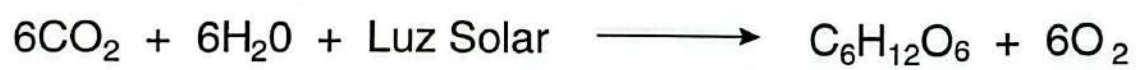
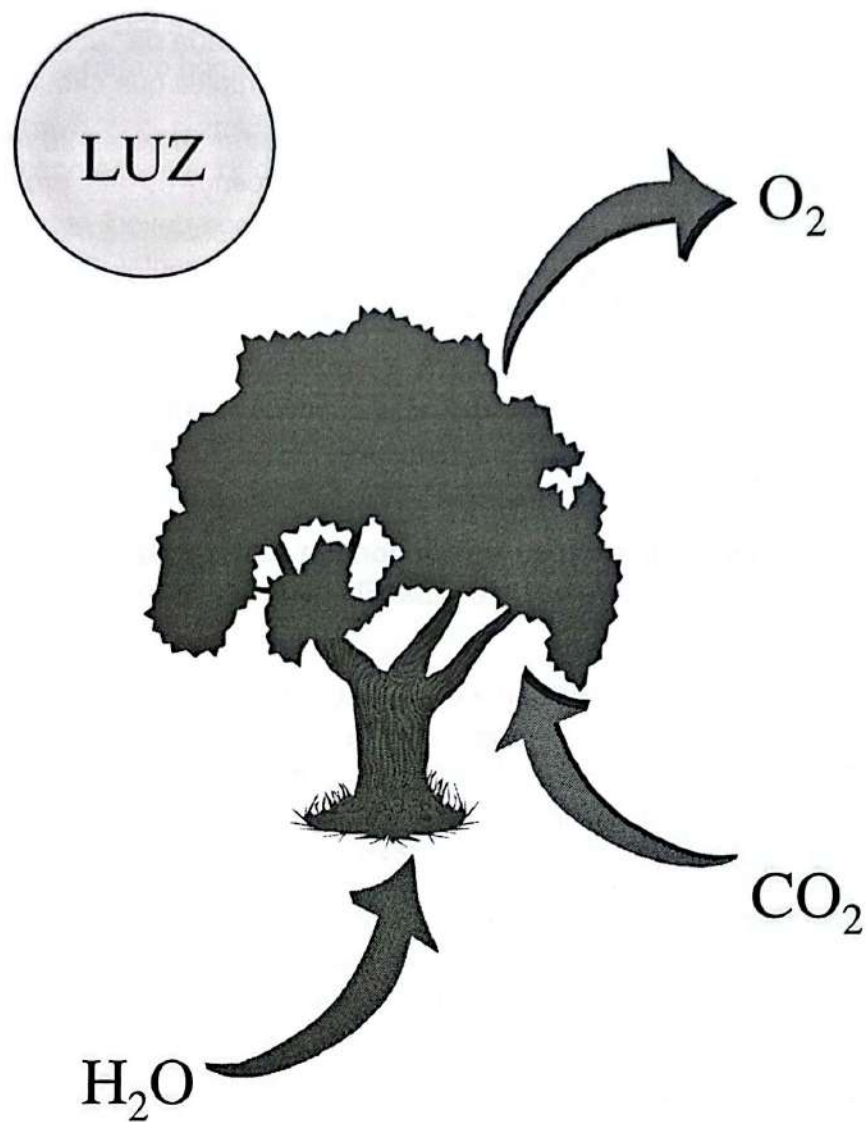
1. Trigo e cana-de-açúcar são duas fontes de carboidratos? Quais carboidratos?
2. Faça uma relação dos principais produtos agrícolas do Brasil (pelo menos dez), pesquisar, com a ajuda do professor, os tipos de açúcar presentes nesses produtos.
3. Na sua opinião o brasileiro tem uma dieta rico em carboidratos? Justifique sua resposta, indicando o que ele come.
4. **“O Brasil é um país essencialmente agrícola”**. Você concorda com essa afirmação? Justifique sua resposta.

Fotossíntese

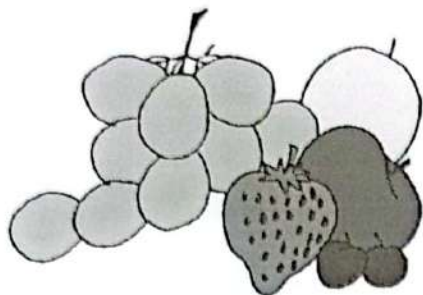
A planta sintetiza e armazena carboidratos como sua principal fonte de energia. O dióxido de carbono do ar e a água do solo são conduzidos ao mesmo tempo até as folhas verdes, na presença de clorofila que age como catalizador e incorpora a energia da luz solar, para formarem a glicose, um carboidrato. O gás oxigênio é liberado para a atmosfera como subproduto.

Os carboidratos sintetizados nas folhas é utilizado como base para formas mais complexas de carboidratos e outros componentes orgânicos.

Assim pode-se dizer que o sol é o fornecedor de energia para todas as formas de vida. Para recuperar essa energia aprisionada, os carboidratos são metabolizados com o consumo de oxigênio. Os subprodutos, dióxido de carbono e água, então, ficam disponíveis para serem utilizados pelas folhas e uma vez mais o ciclo é iniciado.



Principais açúcares e sua fontes



Glicose, glucose, dextrose ou açúcar de uva -

A glicose é encontrada na uvas e em vários frutos. Industrialmente é obtida a partir do amido.

A glicose é usada na fabricação de doces e balas. É também chamada de "açúcar do sangue", pois é o açúcar mais simples que circula em nossas veias.

No sangue humano, sua concentração é mantida entre 80 a 120 mg por 100 ml, por ação de hormônios secretados pelo pâncreas. Se por doença ou falta prolongada de alimentação essa concentração diminuir (hipoglicemia), a pessoa deverá receber soro glicosado; se, pelo contrário, a concentração de glicose no sangue aumentar (hiperglicemia), a pessoa apresentará sintomas de um distúrbio que chamamos de diabetes.

Frutose ou levulose - É encontrada junto com a glicose e sacarose no mel e nas frutas, é o mais doces dos açúcares. Grandes quantidades de frutose podem ser obtidas a partir do amido, sendo utilizado comercialmente como adoçantes, como em sucos com alto teor de frutose, ao invés de utilizar a sacarose.

Sacarose, açúcar de cana ou açúcar comum - É um dissacarídeo, encontrado principalmente na cana-de-açúcar e na beterraba. Ela pode ser hidrolisada em presença de ácidos em frutose e glicose.

No Brasil, a sacarose é obtida por cristalização do caldo de cana e utilizada na alimentação, no fabrico de álcool. Na Europa, a sacarose é obtida a partir da beterraba. Até o século XVIII o açúcar era considerado artigo de luxo e quase só usado como medicamento calmante. Foi a partir da disseminação da cana-de-açúcar na América e do açúcar da beterraba na Europa que se iniciou o consumo desse produto como hoje conhecemos.

Hoje, no Brasil, através das pesquisas do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológica) e CTC (Centro de Tecnologia Copersucar) a sacarose também é utilizada como matéria prima de plásticos biodegradáveis. Recentemente um fabricante tradicional de brinquedos apresentou produtos com esse novo plástico.

Lactose ou açúcar do leite - é um dissacarídeo, encontrado no leite, é um açúcar, que, sob a ação de certos microorganismo, da origem ao ácido láctico, substância que provoca o azedamento do leite.

Celulose - É um polissacarídeo. A celulose existe praticamente em todos os vegetais; o algodão, por exemplo, é celulose quase pura. A celulose é formada pela condensação de um grande número de moléculas de glicose. As verduras, frutas e cereais fibrosos que ingerimos contêm quantidades maiores ou menores de celuloses. Nosso organismo não digere porque nem no estômago nem nos intestinos existem enzimas capazes de quebrar suas moléculas; conseqüentemente, toda celulose que ingerimos acaba sendo eliminada nas fezes; no entanto a ingestão de alimentos fibrosos é importante para o bom funcionamento dos intestinos. Lembramos, porém, que animais herbívoros (boi, cavalo etc.) digerem a celulose de ervas como capim, porque são auxiliados, nesse processo, por bactérias e protozoários existentes em seus aparelhos digestivos.

Industrialmente, a celulose do algodão é usada para a produção de tecidos e a da madeira é usada para a produção de papel.

Amido - É também um polissacarídeo. É encontrado freqüentemente nos cereais (arroz, milho, trigo etc.) e em raízes (batata, mandioca etc.). O amido constitui a reserva alimentar dos vegetais.

O amido é formado por moléculas de glicose e é facilmente hidrolisada, por isso constitui um ótimo alimento para o homem e os animais.

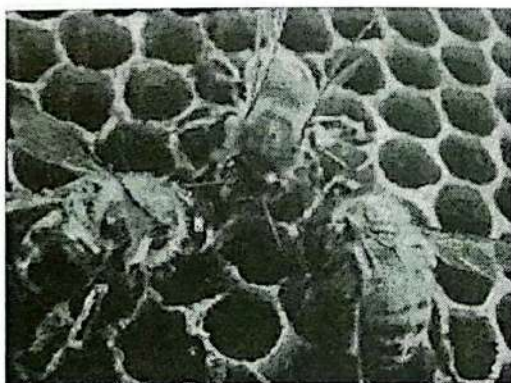
Em contato com o iodo, o amido produz uma coloração violeta escura, razão pela qual o amido é utilizado como indicador de iodo.

Glicogênio - É um polissacarídeo formado pela condensação de moléculas de glicose. O glicogênio existe nos músculos e no fígado dos animais constitui uma reserva alimentar. Quando o organismo necessita de glicose, imediatamente transforma o glicogênio em glicose; daí o glicogênio ser conhecido como amido animal".

Obs.: Outras fontes de carboidratos com os respectivos tipos de açúcar estão na tabela 1.

Leitura Complementar

Mel



O mel é o único alimento que é o próprio carboidrato. Inicialmente, é claro, é o néctar de uma flor, que é sugado pela abelha e transportado para a colmeia. Até esse ponto, o sabor adocicado que atrai a abelha consiste principalmente de sacarose. Durante a jornada em retorno à colmeia e enquanto está sendo depositado no favo, a abelha reveste o néctar com a enzima invertase, a qual hidrolisa a maior parte da sacarose em frutose e glicose. O mel não amadurecido é depositado na colmeia de maneira que permita a máxima evaporação, e, após várias horas de amadurecimento, o produto concentrado é armazenado nas células seladas do favo de mel. A composição final do mel maduro varia, mas é considerado um resultado padrão de análise como: glicose, 34%; frutose, 41%; sacarose, 2,4% e água, 18,3%.

O sabor doce do mel varia com a concentração e o grau de cristalização. Geralmente, acredita-se ser mais doce que o açúcar, mas há uma variação considerável na percepção individual do sabor doce, que pode corresponder de 57 a 122% do sabor da sacarose.

A maior parte do mel disponível, comercialmente, tem sido aquecida a temperatura de 65 a 71°C para prevenir a cristalização e a fermentação por leveduras, que podem ocorrer

durante o armazenamento. Os chamados "produtos naturais", usualmente, são produtos em seu estado natural que não sofreram processamento.

As baixas temperaturas utilizadas no processamento do mel não são suficientes para destruir esporos que causam o botulismo.

Ao contrário da crença popular, não existem vantagens nutricionais na escolha do mel e, devido à sua forma concentrada, realmente apresenta teor mais alto de sacarose que o açúcar. Uma colher de sopa de mel contém 64 Kcal, comparada com a quantidade igual de açúcar que apresenta 46Kcal. Embora o mel contenha vitaminas e minerais não disponíveis nos açúcares refinados, as quantidades envolvidas correspondem apenas a traços, que são inconseqüentes em termos das necessidades diárias. Como a sacarose é rapidamente hidrolisada em glicose e frutose no intestino delgado, a diferença entre o tempo de absorção do açúcar e do mel é pequena.

A principal característica do mel é seu alto teor de frutose. A frutose do sangue é primariamente convertida a glicogênio no fígado, por um processo que não requer insulina. Entretanto, seu alto teor de glicose indica que o mel deve ainda ser um alimento controlado para pessoas com diabetes.

QUESTIONÁRIO

1. Segundo o texto, qual é a composição padrão do mel?
2. Quem determina o sabor do mel?
3. Por que é necessário aquecer o mel entre 65 a 71°C ? Que doença um mel contaminado pode transmitir?
4. Qual é a principal característica do mel, já que nutricionalmente não é muito diferente da sacarose?
5. Qual é a vantagem de se consumir frutose em vez de glicose, segundo o texto?

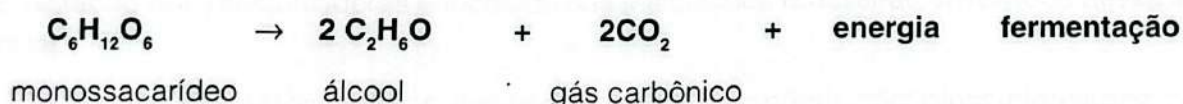
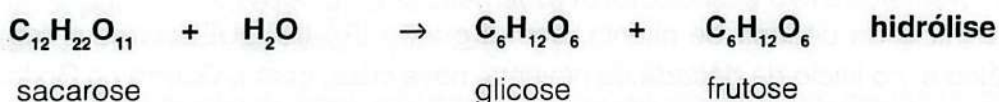
Tabela 1

Carboidratos	Fontes Alimentares	Produto final de digestão
celulose	talo e folhas de vegetas e revestimento de grãos	podem ser parcialmente quebrados dos em glicose
pectinas	frutas -	
amido	grãos; vegetais legumes e tubérculos	glicose
glicogênio	produtos cárneos e frutos do mar	glicose
lactose	leite e derivados	glicose e galactose
maltose	produtos do malte, alguns cereais da manhã	glicose
sacarose	açúcar da cana e beterraba, melaço	glicose e frutose
glicose	frutas, mel, xaropes de cereais	glicose
frutose	frutas, mel	frutose

Produção de álcool-fermentação

A obtenção do álcool a partir da cana-de-açúcar começa com a moagem. O caldo de cana (garapa) é deixado, então, por volta de 24 horas em tanques contendo o fermento, constituído de microorganismo (leveduras) que se encarregam de executar a transformação do açúcar em álcool.

A sacarose, açúcar presente na cana, sofre as seguintes reações:



A primeira etapa é a hidrólise da sacarose e a segunda, a fermentação alcoólica. Ela é uma fermentação se anaeróbica (sem a presença de oxigênio). Os microorganismos executam essa reação como fonte de energia para sobreviver. Durante o processo, o caldo es-

quenta devido à energia liberada e são despreendidas bolhas de CO_2 produzido. A palavra fermentar vem do latim *fervere*, pois parece caldo fervendo.

O álcool produzido está misturado com água e muitas outras substâncias. Através de uma destilação fracionada, o álcool é separado dos demais componentes.

Por melhor que seja a coluna de destilação utilizada, o álcool nunca será completamente puro. O que se obtém é álcool 96°GL, ou seja, 96% de álcool e 4% de água. Essa mistura, que não pode ser separada por destilação, é conhecida como azeotrópica, porque possui ponto de ebulição característico. Para se obter álcool anidro 100°GL, também conhecido como álcool absoluto, o etanol 96°GL é tratado com cal virgem CaO e, a seguir, destilada. A reação entre cal virgem e a água produz cal hidratada, que não sai na destilação.

Leitura complementar

O álcool Como Combustível

A produção brasileira de petróleo atende à metade do consumo nacional (que ultrapassa 1 milhão de barris por dia). Desse modo, a outra metade tem que ser importada de outros países produtores, principalmente do Oriente Médio, onde existem as maiores reservas conhecidas de petróleo.

Quando, na década de 70, houve um grande aumento no preço do petróleo, o Brasil, entre outras medidas, resolveu adotar o uso do álcool como combustível de automóvel. Para isso, o governo incentivou o aumento da cultura de cana-de-açúcar e a construção de destilarias.

Surgiram, assim, dois tipos de carros brasileiros: um movido a álcool hidratado (com 10% de água) e outro movido a gasolina (com 20% de álcool puro, anidro).

Tecnicamente, não há muita diferença entre os dois tipos de carro. Mas, quanto à poluição, o carro a gasolina é pior, pois lança composto tóxico de enxofre (também responsável pela chuva ácida), principalmente, o venenoso monóxido de carbono. O álcool, por sua vez, lança aldeído, que é menos tóxico. Acresce ao álcool a vantagem de os canaviais purificarem o ar com absorção do gás carbônico (Fotossíntese), que diminui o efeito estufa.

No início da década de oitenta, com a guerra IRÃ-IRAQUE, surgiu a segunda crise do petróleo e, no início da década de noventa, nova crise, com a Guerra no Golfo. Isso tudo faz com que o Brasil, com seus imensos recursos, desenvolva formas alternativas de energia.

Na sua decomposição por meios biológicos, esses materiais dão origem a gás carbônico, água e biomassa, sem geração de resíduo tóxicos. As propriedades mecânicas desse polímero se assemelham às apresentadas pelas grades usuais de poli-propileno e sua coloração pode ser alterada através da incorporação de uma infinidade de pigmentos e corantes. Além do mais, são polímeros naturais, biocompatíveis e totalmente biodegradáveis, obtidos a partir de recursos renováveis.

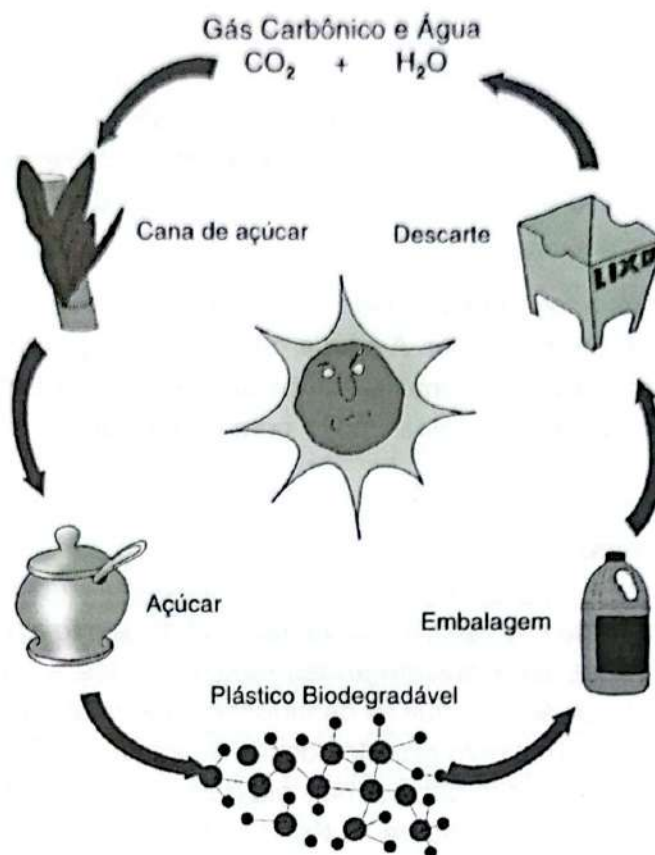
No atual estágio de desenvolvimento, os biopolímeros da cana-de-açúcar se encontram em escala de produção piloto. Do ponto de vista técnico, ainda se fazem necessários exaustivos testes para que suas possam ser maximizadas. Os centros de desenvolvimentos têm trabalhado no desenvolvimento de grades do biopolímero, adequando-os, com sucesso, aos processos de moldagem por injeção e sopro e, em futuro próximo, aos materiais para filmes e extrusão.

As principais aplicações para essa nova classe de materiais se encontram nos segmentos de embalagens (filmes e frascos) para as indústrias cosméticas e alimentícias, produtos descartáveis, impregnação de papel, embalagens agrícolas, entre outras.

QUESTIONÁRIO

1. Quais são as desvantagens dos plásticos derivados do petróleo amplamente utilizados, hoje em dia?
2. Como é obtido o plástico biodegradável? Qual é a matéria-prima utilizada na sua produção?
3. Analisando o ciclo do plástico biodegradável, da página seguinte, como a utilização desse plástico é ecologicamente correto?
4. Segundo o texto, quais seriam as principais aplicações desse plástico?

Ciclo do Plástico Biodegradável



Adoçantes

Os adoçantes podem ser constituídos de compostos de origem natural ou sintética, com valor nutricional insignificante.

Há um considerável interesse nos novos adoçantes; com o aumento da obesidade, em países industrializados, estabeleceu-se uma tendência para uma dieta com menos calorias. Mas também tem aumentado a discussão sobre a toxidez dos dois adoçantes mais utilizados, a sacarina e o ciclamato.

A busca pelos novos adoçantes tem sido muito complicada pela relação entre a estrutura química e a capacidade de adoçar. A saúde deve ser assegurada. Além disso, outros parâmetros devem ser obedecidos, como: a estabilidade numa faixa de temperatura e pH, solubilidade em água, devem assemelhar muito com os carboidratos, quanto ao sabor e aspecto etc.

Principais adoçantes:

- **Sacarina** - Descoberta em 1879, é 300 vezes mais doce que a sacarose. Em 1977, a agência americana que controla a qualidade dos medicamentos e alimentos FDA propôs abolir o seu uso baseando-se em pesquisas canadenses que relataram o desenvolvimento de tumores em ratos alimentados com grandes doses de sacarina. Estudos posteriores, no entanto, apontaram que em quantidades normais ela deixa de ser nociva. A ingestão diária aceitável é de 170mg para uma pessoa de 70 Kg. Junto com o ciclamato, a sacarina é um dos mais importante adoçantes. Em alta concentração tem um suave sabor amargo. É sintetizada a partir do tolueno, portanto é um derivado de compostos aromáticos. Por isso tem-se questionado o uso desse adoçante.

- **Ciclamato** - Descoberto em 1937, 30 vezes mais doce que a sacarose, chegou a ser proibido em 1971 por ter sido também relacionado ao surgimento de câncer. Em 1985, porém, novas pesquisas derrubaram as teses anteriores a ele foi liberado para o consumo. A organização Mundial de Saúde recomenda como dose diária aceitável 175 mg para uma pessoa de 75 Kg. É o adoçante mais difundido; é constituído de ácido sulfônico ciclohexano. Seu gosto é mais fraco que o da sacarina e não é amargo. O ciclamato é obtido a partir da sulfonação do ciclohexanoamina.

- **Stévia** - Obtido através da planta *Stevia Rebaudiana*. É aproximadamente mil vezes mais doce que o açúcar, a desvantagem desse adoçante natural é que não suporta temperatura acima de 40°C.

- **Aspartame** - Descoberto em 1965, é de 180 a 220 vezes mais doce que a sacarose, por isso é utilizado em quantidades mínimas. No entanto, só é eficaz em alimentos não cozidos ou assados, porque, quando exposto por tempo prolongado a altas temperaturas, perde seu poder adoçante. A ingestão diária aceitável é de 40 mg por quilo de peso corpóreo, cerca de 2800 mg diárias para uma pessoa de 70 Kg.



Sugestão de Atividade Prática

Reações de caracterização dos açúcares

Objetivo: Verificar algumas reações de caracterização de açúcares.

Introdução teórica:

Açúcares são compostos que estão presentes nos organismos vivos (animal e vegetal) e tem funções importantes como, por exemplo, são fontes de energia (glicose), ou função estrutural (celulose).

Os açúcares são classificados, segundo os produtos de hidrólise. Os monossacarídeos não sofrem hidrólises, dissacarídeos sofrem hidrólise liberando duas moléculas de monossacarídeos, e polissacarídeos sofrem hidrólise liberando vários monossacarídeos.

Os açúcares podem ser redutores ou não. Os monossacarídeos são redutores e dissacarídeos podem ou não podem ser redutores, por exemplo, sacarose não é, e lactose é redutora.

O aquecimento de um dissacarídeo, não redutor, pode produzir monossacarídeos que são redutores.

O glicogênio e amido são polissacarídeos formados pelo mesmo monossacarídeos mas a disposição das moléculas de glicose em cada um é diferente. Observa-se que o glicogênio reage com iodo formando cor vermelha e amido cor azul, permitindo diferenciar esses dois polissacarídeos.

Parte experimental:

1 - Reação com reagente de Barfoed:

Aqueça em banho-maria, em ebulição, 1 mL do reagente de Barfoed, até a ebulição. Adicione 1 mL de glicose 1% e aqueça por 2 minutos. Repita o procedimento, usando sacarose no lugar de glicose.

Observe a formação do precipitado vermelho tijolo, no tubo que contém glicose.

Distingue-se monossacarídeos de dissacarídeos redutores pela velocidade com que se forma o precipitado Cu_2O . Os dissacarídeos reagem mais lentamente que os monossacarídeos, desde que a concentração das soluções de açúcares seja a mesma.

Geralmente a velocidade de formação do precipitado a partir de monossacarídeos é de 2 minutos, e de dissacarídeos é de 10 minutos.

2 - Reação com reagente de Tollens:

Num tubo de ensaio, rigorosamente limpo, adicione 1 mL de glicose 1% e 1 mL de reagente de Tollens.

Repita o procedimento substituindo a glicose por sacarose.

Açúcares redutores como a glicose reagem com o reagente de Tollens, liberando prata metálica (formação de espelho de prata).

Sacarose não é redutora e por isso não forma espelho de prata.

3 - Reação com fenil-hidrazina:

Adicione 5 mL de glicose 10%, 0,5 g de cloridrato de fenil hidrazina pa, 1,5 g de acetato de sódio e 4 mL de água num tubo de ensaio. Coloque-o em banho-maria em ebulição por mais ou menos 15 minutos. Anote o tempo de formação do precipitado. Retire do banho-maria sem agitar e deixe esfriar lentamente, em repouso.

Observe os cristais ao microscópio e compare com a figura 1.

Repita o procedimento substituindo a glicose por maltose e depois por lactose.

Açúcares que contêm um grupo redutor livre reagem com fenil-hidrazina para formar compostos cristalinos de cor amarela, denominados osazonas figura 1.

Os cristais de asazonas podem ser distinguidos entre si, pelo tempo de formação e pela forma cristalina, quando observados no microscópio.

A lactasazona só precipita durante o resfriamento e a glicosazona forma-se na temperatura do banho-maria.

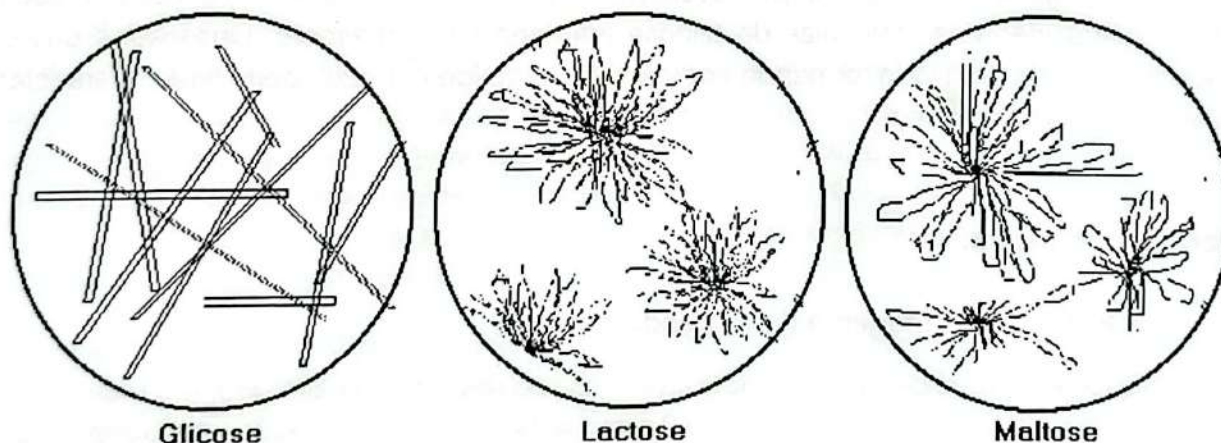


Figura 1. Fenilglicosazona (100 X)

Os cristais de osazona apresentam-se com aspecto microscópico específico

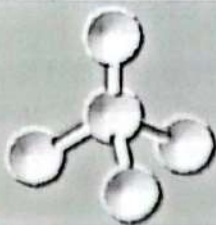
4 - Reação com Iodo (Iugol)

Adicionar em um tubo de ensaio 5 mL de água, 10 gotas de goma de amido 1% e 5 gotas de Iugol. Aquecer em banho-maria em ebulição. Observar o desaparecimento da cor azul por aquecimento e o aparecimento da cor por resfriamento. (aquecer e resfriar várias vezes)

Repetir o procedimento substituindo o amido por glicogênio 1%.

O amido produz a cor azul na presença de Iodo, que desaparece por aquecimento. O calor rompe o complexo Iodo atômico-Iodo iônico-amido.

O glicogênio produz cor vermelha na presença de Iodo, que desaparece por aquecimento e aparece por resfriamento. As cores azul e vermelho, devem-se à diferente constituição do amido e do glicogênio, em relação à disposição das moléculas glicose.



Polímeros e Plásticos

Introdução:

A humanidade já viveu as idades da Pedra Lascada, da Pedra Polida, do Bronze e dos metais. Podemos dizer que atualmente nos encontramos na idade do Plástico.

Baratos, leves, resistentes, práticos e versáteis, como seriam nossas vidas sem os objetos de plásticos? Elimine do seu cotidiano o colchão, o travesseiro, a escova de dente, de cabelo, os carpetes, cobertores, roupas de náilon, guarda-chuvas, peças que compõem os eletrodomésticos, sacolas, sacos de lixo... Com certeza, não vamos conseguir abrir mão de muita coisa em nome do nosso conforto.

Contudo, em virtude da sua não-degradabilidade, de quantidades de plásticos que estamos descartando e também pela redução progressiva dos estoques naturais de matéria-prima, eles podem representar uma série ameaça ao meio ambiente.

Por tudo isso, devemos conhecê-los um pouco mais, afinal podemos afirmar que os plásticos se tornaram um mal necessário em nossas vidas.

Polímeros:

Mas, o que é polímero?

Polímeros (do grego: poli, "muitas", meros, "partes") são compostos de moléculas muito grandes (macromoléculas), formados pela repetição de uma unidade molecular pequena, chamada de monômero.

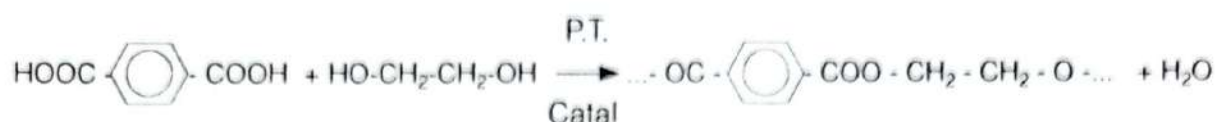
Na natureza existem muitos polímeros: a celulose nas plantas, proteínas dos cabelos, alguns carboidratos, como o amido, são exemplos de polímeros naturais, mas, em nosso século, conseguimos obter os polímeros sintéticos, que são intensamente utilizados na forma de plásticos, fibras de tecidos, borrachas etc.

Os principais polímeros sintéticos podem ser classificados dependendo do tipo de reação em que são produzidos: temos então polímeros de condensação, de adição e copolímeros.

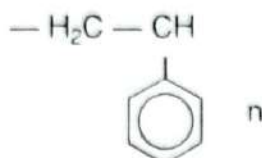
Os polímeros de adição são formados por moléculas iguais entre si. Como o polietileno representado abaixo.



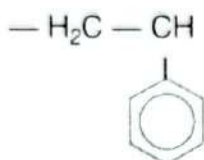
Os polímeros de condensação são obtidos pela reação de dois monômeros diferentes, com eliminação de uma substância mais simples (H_2O , HCl , NH_3 etc). Os mais comuns e mais utilizados são o náilon, as resinas epóxi e os poliuretanos.



Os copolímeros são obtidos a partir de dois ou mais monômeros diferentes sem eliminação de qualquer substância. O estireno é um exemplo de um copolímero representado abaixo.



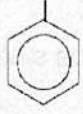
Poliestireno



Estireno

A tabela a seguir mostra alguns polímeros sintéticos com seu respectivos monômeros e suas aplicações.

Exemplos de Polímeros formados por Monômeros

Monômero	Polímero	Algumas Aplicações
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ Etileno	$[-\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2-]$ Polietileno	Brinquedos, objetos moldados, sacos e sacolas
$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$ Tetrafluoretileno	$[-\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2-]_n$ Teflon (politetrafluoretileno)	Revestimentos de frigideira e painéis, veda-roscas usado por encanadores
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}$ CH_3 Propileno	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ Polipropileno	Pára-choques de automóveis, peças moldadas, tapetes para carros
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}$  Estireno	$\left[-\text{H}_2\text{C} - \text{CH}- \right]_n$  Poliestireno	Bóia, isolantes térmicos
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}$ Cl Cloreto de vinila	$\left[-\text{H}_2\text{C} - \text{CH}- \right]_n$ Cl PVC (Policloreto de vinila)	Tubos para encanamento, isolantes elétricos, pisos plásticos, garrafas plásticas
CH_3 $\text{H}_2\text{C}=\text{C}$ $\text{C}=\text{O}$ $\text{O} - \text{CH}_3$ Metacrilato de metila	CH_3 $\left[-\text{H}_2\text{C} - \text{C}- \right]_n$ $\text{C}=\text{O}$ $\text{O} - \text{CH}_3$ Plexiglass	Artigos moldados, janelas transparentes, globos para lâmpadas.

Outra maneira de classificar os polímeros é quanto às aplicações práticas dos polímeros, temos então:

Elastômeros: polímeros que apresentam propriedades elásticas acentuadas; é o caso das borrachas sintéticas.

Plásticos: polímeros que se apresentam no estado sólido, mais ou menos rígido; é o caso do polietileno, do poliestireno, do cloreto de polivinila (PVC) etc. Quanto em menor grau de polimerização, muitos plásticos se prestam bem à produção de tintas e vernizes, lacas, colas etc; é o caso do acetato de polivinila (PVA). A cola tenaz, muito usada em escolas e escritórios, é uma emulsão de acetato de polivinila.

Fibras: polímeros que têm grande resistência à tração mecânica e, em consequência, se prestam bem à fabricação de fios; é o caso do náilon, do poliéster etc.

Problemas ecológicos

Em 1990, o Brasil fabricou cerca de 1,5 milhão de toneladas de plásticos, que foram consumidos na seguinte proporção: 38% para embalagens, 18% para materiais eletro-eletrônicos, 13% pelas indústrias automotivas e 31% para as demais finalidades.

Várias vantagens do plástico, como durabilidade e resistência à ação do ar e de muitos produtos químicos, tornam-se desvantagens quando o objeto de plástico é jogado fora (lembre-se da quantidade enorme de garrafas plásticas vazias que jogamos no lixo). Nos lixões, os plásticos sobrevivem por muito tempo, pois não são biodegradáveis (isto é, não são atacados por microorganismos do solo), como acontece com os polímeros naturais (celulose, proteínas etc). Lançadas ao mar, folhas plásticas podem ser engolidas por peixes, levando-os à morte. Incinerados, os plásticos podem lançar ao ar substâncias tóxicas, como HCl, o NH_3 , o HCN etc. Estamos, sem dúvida, diante de um grande problema de poluição ambiental.

Uma solução seria a reciclagem dos plásticos.

Entende-se por reciclagem de plástico o seu reaproveitamento após ter sido descartado como lixo. Isso é feito mediante o seu derretimento seguido de remodelagem. Ela tem como objetivo não só resolver o problema ecológico citado acima, como é também uma tentativa de reduzir a demanda de matérias-primas e diminuir o consumo de energia.

Mas ocorre uma série de dificuldades quando o que se quer reciclar for o plástico.

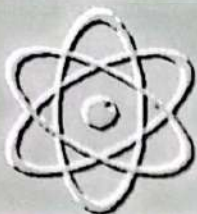
A primeira dificuldade é que nem todo tipo de plástico encontrado no mercado pode ser aquecido e remodelado novamente, ou seja, pode ser reciclado. Devido ao tipo de estrutura em que se encontram esses polímeros ao serem aquecidos, eles não apresentam a devida fluidez característica de um líquido, necessária para que seja possível a remodelagem do plástico. Quando exageradamente aquecidos, esses tipos de plásticos (termofixos) sofrem carbonização. Somente os termoplásticos podem ser reciclados.

O segundo problema é a incompatibilidade entre os vários tipos de polímeros, que não podem ser derretidos conjuntamente. O material obtido é de péssima qualidade com limitadas aplicações, como, por exemplo, estacas para cerca. Ou seja, reciclar devidamente o

plástico envolve um trabalho muito grande de separação e limpeza, inviabilizando-o economicamente, já que o plástico reciclado é cerca de 50% mais barato do que o novo.

O terceiro problema diz respeito às perdas que ocorrem durante o processo de reciclagem. Parte do plástico sofre oxidação e tem-se tentado resolver o problema adicionando aditivos que, com o aquecimento, podem sofrer decomposição, contaminando o material reciclado. O que deve ser observado é que o plástico não pode ser infinitamente reciclado. O que se tem feito é adicionar plástico novo ao material que está sendo reciclado.

Atualmente, nos países mais avançados, apenas cerca de 1% dos plásticos vêm sendo reciclados; estima-se que, no ano 2000, esse percentual atingirá os 6%. Isso, contudo, ainda representa muito pouco, sobretudo se comparado às taxas de reaproveitamento de alumínio e de papel, que, nesses países, ultrapassam a marca de 30% e 20% respectivamente.



Radioatividade

Radioatividade é a propriedade que certos átomos possuem de emitir partículas e ondas eletromagnéticas de seus núcleos com o propósito de adquirir estabilidade.

A estabilidade do núcleo de um átomo está ligada à relação entre o número de nêutrons e o número de prótons. Aparentemente, os nêutrons são necessários para impedir uma autodestruição do núcleo, como resultado da repulsão próton-próton.

Quando há mais de 83 prótons num núcleo, nenhum número de nêutrons o estabilizará. Na tabela periódica, o bismuto ($Z=83$) e ($A=209$) é o último elemento que tem isótopo mais abundante estável.

Elementos com número atômico maior que 83 só têm isótopos radioativos.

Elementos com número atômico menor que 83 **podem ter** isótopos radioativos, naturais ou artificiais. Por exemplo, o carbono tem 3 isótopos: carbono-12, carbono-13 e carbono-14.

$^{12}_6\text{C}$	6 prótons 6 elétrons 6 nêutrons	$^{13}_6\text{C}$	6 prótons 6 elétrons 7 nêutrons	$^{14}_6\text{C}$	6 prótons 6 elétrons 8 nêutrons
Carbono-12 é estável. Quase todos os átomos de carbono são como ele.		Carbono-13 é estável. Cerca de 1% dos átomos de carbono são como ele.		Carbono-14 é radioativo. Bem poucos átomos de carbono são como ele.	

• carbono-14 tem o núcleo **instável** por causa do excesso de nêutrons. Átomos de carbono-14 emitem partículas de seus núcleos e se transformam em átomos estáveis de nitrogênio. Esse processo se chama **decaimento**.

carbono-14 é **radioativo**. Quando ele decai, emite **radiação** de seu núcleo.

Assim como o carbono, muitos elementos têm isótopos radioativos ou **radioisótopos**, que ocorrem naturalmente. Outros radioisótopos são produzidos em reatores nucleares ou em usinas nucleares.

As reações químicas envolvem somente elétrons nas últimas camadas da eletrosfera dos átomos. Elas são influenciadas por agentes externos como pressão, temperatura, catalisador, estado físico das substâncias. Numa reação química, os átomos são os mesmos, antes e depois da reação.

A radioatividade é fenômeno essencialmente nuclear: independe da temperatura, pressão, catalisador ou estado físico da substância da qual o radioisótopo faz parte.

Quando radioisótopos sofrem decaimento eles sempre emitem radiações, que são denominadas alfa, beta ou gama. Na reação nuclear o átomo se desintegra, dando origem a novos átomos.

A maioria das pessoas costuma associar a palavra radioatividade à queda de bombas ou a acidentes trágicos. No entanto, ela é um fenômeno natural que ocorre no ar que respiramos, no alimento que ingerimos e mesmo dentro do nosso organismo: é a chamada **radiação natural de fundo**, originária dos raios solares, dos raios cósmicos e de outras fontes, tais como rochas e gases onde existam átomos radioativos. Esta radiação natural de fundo, porém, é de maneira geral inofensiva aos seres vivos, que já estão adaptados a ela.

É possível imaginar que em nosso corpo, a cada minuto, cerca de um quarto de milhão de átomos está se desintegrando, emitindo radiação? É exatamente isso que ocorre. Toda vida em nosso planeta está exposta à radiação natural. Nossos antepassados estiveram expostos a ela, e nós também estamos, queiramos ou não. Mas nosso organismo está adaptado a isso.

O ser humano está também exposto à radiação artificial proveniente de artefatos produzidos por ele próprio, como a poeira radioativa resultante de testes ou acidentes nucleares (o primeiro teste de explosão nuclear ocorreu em 1945). Os elementos radioativos liberados na atmosfera acabam se depositando no solo e entrando na cadeia alimentar.

O perigo maior está em manipular substâncias radioativas ou aproximar-se de fontes de radiação sem proteção.

A radioatividade foi descoberta em 1896 por Antoine Henri Becquerel ao observar que um composto de urânio, o sulfato de potássio e urânio $K_2UO_4(SO_4)_2$ apresentava a característica de causar uma mancha escura numa chapa fotográfica mesmo no escuro e embrulhada em papel negro.

Becquerel admitiu que o composto de urânio emitia algum tipo de raio capaz de atravessar o papel e atuar sobre a chapa.

Em abril de 1898, Marie Curie descobriu que o tório também emitia os misteriosos raios. Em junho de 1898 o casal Curie, (Pierre e Marie), descobriu o polônio e em dezembro do mesmo ano, o rádio, que são mais radioativos que o urânio.

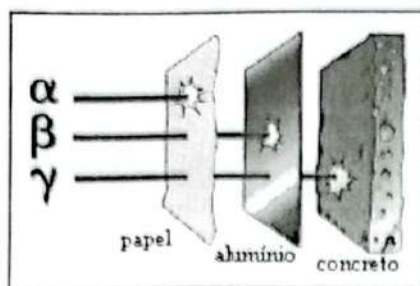
Tanto Becquerel quanto Marie Curie foram vítimas dos efeitos das radiações.

Becquerel sofreu queimaduras e Marie Curie morreu em 1934 vítima de leucemia causada pela exposição prolongada às radiações.

Características das Radiações

Quando radioisótopos sofrem decaimento eles sempre emitem radiações. Há três tipos diferentes de radiações:

$\begin{matrix} 4 \\ \alpha \\ 2 \end{matrix}$	partícula alfa	partícula beta	$\begin{matrix} 0 \\ \beta \\ -1 \end{matrix}$	radiação gama	$\begin{matrix} 0 \\ \gamma \\ 0 \end{matrix}$
--	----------------	----------------	--	---------------	--



• **partículas alfa:** são constituídas por dois prótons e dois nêutrons, como o núcleo do átomo de hélio. São emitidas com alta velocidade (20 000 km/s em média), mas têm pequeno poder de penetração - são detidas por uma camada de 7 cm de ar ou por uma folha de papel. Ao incidirem sobre o corpo humano, são detidas pela pele, podendo, no máximo, causar queimaduras. Têm grande capacidade de ionizar

gases (por remoção de elétrons dos mesmos). Quando a partícula alfa captura 2 elétrons do meio ambiente ela se transforma num átomo de hélio.

• **partículas beta:** são elétrons. Possuem massa desprezível e carga elétrica relativa - 1. São emitidas com uma velocidade inicial variando entre 100 000 e 290 000 km/s. Têm médio poder de penetração. Atravessam alguns metros de ar mas são detidas por lâminas de chumbo com espessura maior que 2 mm ou por lâminas de alumínio com espessura mínima de 6 mm. Atravessam a pele e podem causar sérios danos ao corpo humano.

• **radiações gama:** não são partículas - são ondas eletromagnéticas semelhantes à luz, mas com muito mais energia. Não têm carga elétrica nem massa. São emitidas com velocidade igual à da luz (300 000 km/s) e têm alto poder de penetração. Atravessam vários metros de ar, até 25 cm de madeira ou 15 cm de aço. São detidas por placas de chumbo com mais de 5 cm de espessura ou por paredes de concreto. Podem atravessar completamente o corpo humano, causando danos irreparáveis.

Efeitos das Radiações

Todo material radioativo (ou área radioativa) é indicado pelo símbolo ao lado:



Os principais efeitos provocados pelas emissões radioativas são:

a) **efeitos químicos:** observa-se que as radiações provocam a decomposição de sais de prata existentes nas chapas fotográficas, causando a formação de manchas escuras.

b) **efeitos térmicos:** notados no ligeiro aquecimento dos materiais fortemente radioativos. Por exemplo, 1 g de rádio libera cerca de 138 cal / h.

c) **efeitos luminosos:** os materiais radioativos apresentam fosforescência (capacidade de emitir luz mesmo na obscuridade).

d) **efeitos elétricos:** As emissões radioativas ionizam o ar e todos os gases.

e) **efeitos fisiológicos**: bastante variáveis, indo desde tonturas e ulcerações da pele até a morte da pessoa.

A radiação beta destrói células vivas. Essa propriedade constitui a base da radioterapia, iniciada por Marie Curie e aplicada até hoje na cura de tumores e outras enfermidades. O rádio (elemento caríssimo) empregado inicialmente é hoje substituído pelo cobalto-60 ou pelo cézio-137, obtidos nos reatores atômicos a preços módicos. São empregados em aparelhos médicos chamados "bomba de cobalto" (ou de cézio).

Também se curam tumores na tireóide com iodo-131.

Na radioterapia do câncer, tanto células enfermas como células sãs são destruídas; assim, se isso ocorre em pequena escala o câncer é curável.

Detecção das Radiações

Ao penetrarem na matéria as radiações podem provocar reações químicas, cintilações ou ionizar átomos. Esses efeitos são usados não só para revelar-lhes a presença como também para medi-las.

Contador Geiger sendo usado para detectar radiação



As chapas fotográficas continuam sendo usadas até hoje na detecção das radiações. Elas e os dosímetros são usados para manter um registro da exposição às radiações sofridas pelas pessoas que trabalham com materiais radioativos.



As radiações, interagindo com certas substâncias (ZnS, NaI) provocam cintilações: constroem-se então aparelhos chamados cintiladores para detectar radiações. Neles, cristais especiais de haletos alcalinos emitem pequenos lampejos de luz ao serem atingidos pela radiação. A luz é detectada por um tubo fotomultiplicador (uma fotocélula ultra sensível), que, por sua vez, está ligado a um amplificador e contador.

Dosímetro

As radiações ionizam gases. O fenômeno é empregado num detector de radiações chamado Contador Geiger, que consiste num cilindro cheio de gás (normalmente argônio), submetido a uma tensão que pode variar de 1 000 a 2 000 volts e que mantém a parede do tubo negativa em relação a um fio positivo que corre ao longo de seu eixo. Quando as emissões

radioativas entram em contato com os átomos de argônio, convertem alguns deles em íons positivos mais elétrons. Sob a ação do campo elétrico os íons migram para a parede do cilindro e os elétrons para o fio. Essa dupla migração causa um pulso de corrente que é transmitido a um amplificador; os impulsos elétricos produzem "cliques" sonoros que permitem não só detectar mas também dosar a quantidade de radiação pois quanto mais partículas radioativas houver, maior será a corrente elétrica.

QUESTÕES

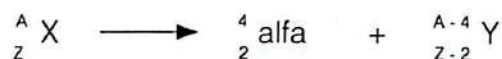
1. Julgue a seguinte afirmação e justifique sua resposta: "Quando aquecemos uma amostra de material radioativo a intensidade das emissões radioativas aumenta".
2. Explique o que é "radiação natural de fundo".
3. Indique as características das partículas alfa e beta e das radiações gama.
4. Qual o efeito provocado pelas radiações sobre chapas fotográficas?
5. Em qual das propriedades das emissões radioativas se baseia o funcionamento do Contador Geiger? Qual o princípio de seu funcionamento?
6. Quando um radioisótopo emite partícula beta, por que o átomo resultante possui número atômico superior ao do átomo original?

Leis da Desintegração

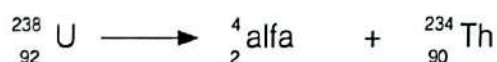
Quando um átomo de determinado elemento químico emite uma partícula alfa ou uma partícula beta ele se transforma num átomo de outro elemento químico. A radioatividade transforma a essência da matéria.

Na radioatividade natural a radiação gama nunca é emitida sozinha, mas sempre acompanhando a emissão de partículas alfa ou beta. O núcleo emite radiação gama para perder energia e assim alcançar estabilidade.

• **emissão alfa:** Quando um átomo de um elemento químico emite uma partícula alfa forma-se outro elemento cujo número atômico é **duas unidades menor** e cujo número de massa é **quatro unidades menor**. Esquematizando temos:



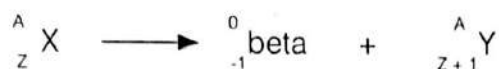
Observe que na emissão de partículas alfa ocorre conservação da massa (A) e da carga (Z) total. Exemplo:



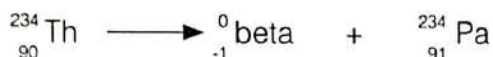
O núcleo de urânio não é estável e a todo instante partículas alfa são lançadas a grande velocidade, resultando átomos de tório que ficam incrustados entre átomos de urânio não desintegrados. Junto com cada partícula alfa emitida desprendem-se também 2 elétrons (da

eletrosfera) para que o átomo de tório resulte neutro. Note que as partículas alfa são emitidas espontaneamente, em busca de uma maior estabilidade energética.

• **emissão beta:** Quando um átomo de um elemento químico emite uma partícula beta forma-se outro elemento, cujo número atômico é **uma unidade maior** e cujo número de massa **permanece o mesmo**. Esquematizando, temos:



Observe que na emissão de partícula beta também ocorre conservação de massa (A) e de carga (Z) total. Exemplo:



Para explicar a emissão de partículas beta por um núcleo radioativo, Enrico Fermi lançou a hipótese de que um nêutron converte-se num próton, numa partícula beta e num neutrino, que tem carga elétrica zero e massa desprezível.

O próton fica no núcleo, e como a massa do próton é igual à massa do nêutron, a massa total não se altera. A presença desse próton faz o número atômico aumentar uma unidade. A partícula beta (elétron) é expulsa do núcleo junto com o neutrino.



fica no núcleo

são eliminados do núcleo

Nesse tipo de desintegração nuclear com emissão de partícula beta, o átomo resultante tem um próton a mais que o átomo emissor: por isso ele absorve um elétron das vizinhanças para completar sua eletrosfera e resultar neutro.

QUESTÃO

1. Para cada um dos radioisótopos mostrados a seguir, escreva a equação que representa a emissão radioativa. Consulte a Tabela Periódica:
 - a) radônio-222, um alfaemissor presente no ar.
 - b) urânio-238, um alfaemissor presente em alguns minerais.
 - c) tório-230, outro alfaemissor presente em alguns minerais.
 - d) potássio-40, um betaemissor presente na água mineral e em nosso organismo.
 - e) carbono-14, um betaemissor presente no ar e em todos os seres vivos.

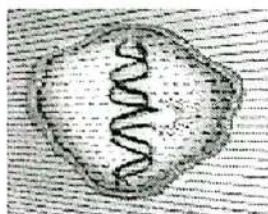
Consequências das Radiações sobre o Ser Humano

A radiação é um fenômeno natural. O homem sempre esteve em contato com quantidades dela vindas do espaço, presentes no alimento que consome ou em elementos radioativos naturais como o urânio ou o tório. Mas há limites à tolerância humana à radiação, acima dos quais ela passa a exercer efeitos negativos sobre a saúde. Evidentemente esses efeitos são cada vez mais destrutivos à medida que cresce a quantidade de radiação a que a pessoa é exposta.

O perigo maior está em manipular substâncias radioativas ou aproximar-se de fontes de radiação sem proteção.

As emissões radioativas tornam-se perigosas para os seres humanos porque elas não podem ser vistas ou sentidas, não produzem som, não possuem cheiro ou sabor. Desse modo, é possível que uma pessoa se exponha a doses perigosas de radiação e não perceba.

Os efeitos podem variar de uma simples náusea ou vômito até culminar na morte.



A passagem das radiações pela matéria viva danifica moléculas, especialmente as maiores, como o DNA (ácido desoxirribonucleico), que exerce papel fundamental no organismo: armazena as informações genéticas e comanda a síntese de proteínas. A radiação atinge o núcleo das células, danificando-o, o que pode gerar câncer.

Danos nas moléculas de DNA ocasionam alterações irreversíveis no patrimônio genético, podendo ser o início de um processo cancerígeno, no caso das células somáticas em geral, ou de anomalias genéticas, no caso das células sexuais.

Os efeitos genéticos e cancerígenos são em longo prazo.

A gravidade dos efeitos (tardios ou imediatos) depende da dose e da extensão da área que foi submetida à radiação.

A grandeza que mede a dose de radiação suportável é o rem (roentgen equivalent man) - é uma unidade de medida do efeito da radiação. A radiação natural de fundo é de 0,001 a 0,002 rem/hora. A dose tolerável é de 0,003 rem/hora ou 0,1 rem/semana. Doses superiores a 25 rem produzem alterações no sangue; a partir de 100 rem a radiação provoca náuseas, fadiga, perda de peso e queda de cabelo. A dose de 500 rem é letal para metade das pessoas expostas.

Caso mais sério é o da contaminação por radioisótopos, quando o indivíduo ingere, inala ou absorve pela pele substância contendo elementos radioativos. Além de a pessoa estar irradiando para si mesma - suas células estão recebendo as radiações emitidas pelos radioisótopos - ela age como fonte de radiação capaz de irradiar a outros seres.

Na década de 80, a população brasileira tomou conhecimento de dois grandes acidentes envolvendo a radioatividade: um ocorrido em Chernobyl, na Ucrânia, (1986), e outro em Goiânia (1987). O primeiro deles envolveu uma usina nuclear e o segundo, uma bomba de césio, instrumento utilizado na terapia do câncer.

A nuvem que se forma quando acontece um acidente nuclear como o de Chernobyl contém elementos radioativos. Destes, os mais importantes do ponto de vista biológico são o iodo-131 e o estrôncio-90. Esses radioisótopos, quando arrastados pelas chuvas, depositam-se na água, no solo e nas plantas, podendo ser facilmente ingeridos pelos animais e pelo homem. O iodo-131 concentra-se quase exclusivamente na glândula tireóide. Anos ou décadas mais tarde provoca o câncer. O estrôncio-90 pode ser encontrado no leite produzido por uma vaca que se alimentou em pasto contaminado por radiação. Afeta todos os ossos do corpo porque substitui o cálcio. Pode destruir a medula óssea ou afetar a constituição do sangue, causando leucemia.

No caso de Goiânia, uma bomba de césio-137 abandonada numa clínica desativada, foi roubada por dois sucateiros, violada e vendida como ferro-velho. Desde a retirada da bomba até a descoberta do fato, dezenas de pessoas conviveram com um material radioativo cuja periculosidade desconheciam. Atraídos pela luminosidade do césio, adultos e crianças o manipularam e distribuíram entre parentes e amigos. Uma menina chegou a ingerir césio-137 junto com o pão que comeu (estava com as mãos sujas). O saldo desse descaso foi a morte de quatro pessoas, a amputação do braço de outra e a contaminação, em maior ou menor grau, de mais de 200.

QUESTÕES

1. É fácil para uma pessoa perceber a presença de emissões radioativas? Por quê?
2. Qual a consequência da passagem das radiações pelas células?
3. Quais os radioisótopos mais perigosos existentes na nuvem radioativa produzida por um acidente nuclear?
4. "Estrôncio-90: do vazamento de uma usina nuclear à fixação no tecido ósseo de uma pessoa contaminada". Descreva esta trajetória utilizando as informações contidas no texto.



A foto mostra a usina de Chernobyl com o reator nº 4 em seu "sarcófago" - blindagem posterior ao acidente. Estima-se que 20 % das terras agrícolas e 15 % das florestas da Belarus foram comprometidas.

Reações de Transmutação

(Não seria o sonho dos alquimistas ?)

Reações nucleares provocadas:

Radioisótopos naturais emitem radiações espontaneamente. O número de radioisótopos naturais é limitado.

Radioisótopos artificiais são produzidos pelo homem a partir de outros elementos, radioativos ou não. O número de radioisótopos artificiais conhecidos ultrapassa 800.

É possível produzir radioisótopos de qualquer elemento em reações nucleares provocadas, as quais são chamadas **reações de transmutação artificial**.

Nelas, o núcleo de um determinado átomo é bombardeado com prótons, nêutrons, partículas alfa, dêuterons etc., resultando no núcleo de **outro elemento químico**. As partículas usadas como projéteis devem ser aceleradas (em aceleradores como o Van der Graaf, Ciclotron, Betatron etc.) para adquirir a energia cinética necessária para vencer a repulsão provocada pelo núcleo atômico.

A primeira transmutação artificial foi realizada em 1919 por Rutherford, que conseguiu obter um radioisótopo do oxigênio bombardeando átomos de nitrogênio com partículas alfa:



A descoberta do nêutron por James Chadwick, em 1932, ocorreu quando ele bombardeou berílio com partículas alfa (emitidas pelo elemento rádio):



Nas altas camadas da atmosfera, átomos de nitrogênio são bombardeados com nêutrons dos raios cósmicos, resultando carbono-14, que é incorporado pelas plantas e aparece nos outros seres vivos:



A transmutação artificial é atualmente uma importante ferramenta para a produção de radioisótopos artificiais, com largo emprego em medicina, agricultura e indústria. O primeiro desses radioisótopos foi descoberto pelo casal Frédéric Joliot e Irène Curie (filha de Pierre e Marie), em 1934. Ao bombardear alumínio com partículas alfa, eles descobriram que o elemento resultante, fósforo-30 era radioativo e emitia uma partícula semelhante ao elétron, mas com carga positiva. A essa nova partícula foi dado o nome de pósitron.

Depois dessa descoberta muitos radioisótopos foram obtidos artificialmente.

Os elementos artificiais transurânicos são preparados por técnicas de transmutação. Por exemplo, o neptúnio ($Z=93$) foi sintetizado pelo bombardeio do urânio-238 com dêuterons:



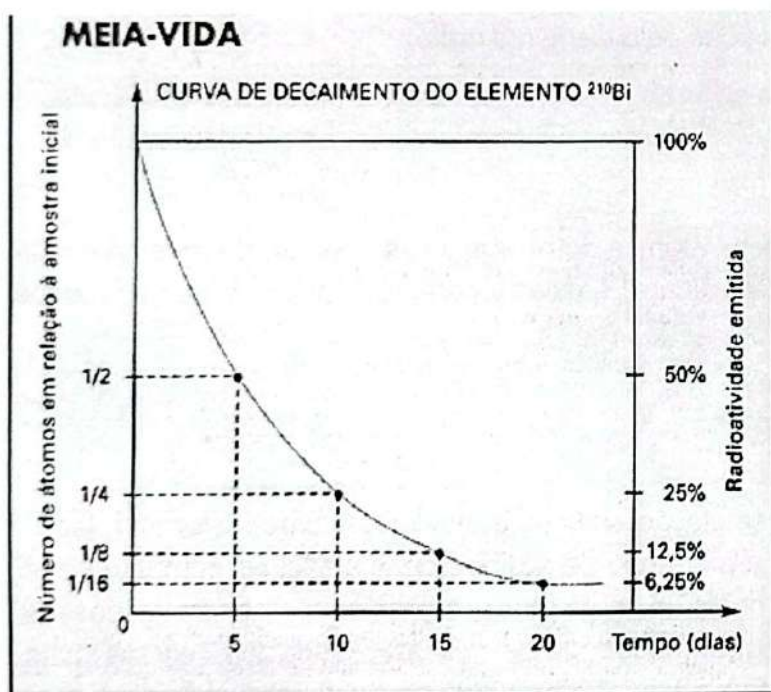
Obs.: Dêuterons são núcleos de deutério (isótopo do hidrogênio).

Meia-Vida: Quanto dura um isótopo Radioativo?

À medida que os átomos radioativos presentes numa amostra de substância emitem partículas alfa ou beta, vão se formando átomos de outros elementos químicos. Assim, com o passar do tempo, diminui o número de átomos iniciais. Então, como é possível ainda existir urânio-238 na natureza se ele sofre desintegração espontaneamente?

Ainda há urânio-238, e muito, porque não há desintegração de todos os átomos de uma amostra ao mesmo tempo, ou seja, só uma parte do urânio-238 sofre desintegração após certo intervalo de tempo.

Da mesma maneira, nem todos os átomos de carbono-14 se desintegram ao mesmo tempo. Suponha que se comece com 100 átomos de carbono-14. Depois de 5 600 anos, ainda há metade deles (50). Após mais 5 600 anos, ainda há 25 deles (metade de 50). 5 600 anos é chamado **meia-vida** do carbono-14.



Observe o gráfico do número de átomos do bismuto-210 em função do tempo:

Pelo gráfico nota-se que após 5 dias o número de átomos cai para a metade do inicial; após outros 5 dias, passa a ser a metade da metade do inicial (ou seja, $1/4$).

Constatamos então que no caso do bismuto-210, a meia-vida é 5 dias.

Chamamos **meia-vida** (P ou $t_{1/2}$) de um elemento radioativo ao tempo necessário para que a quantidade de átomos

presentes na amostra se reduza à metade.

O tempo de meia-vida é uma característica de cada radioisótopo e não depende da quantidade inicial nem de fatores como pressão, temperatura e composição química do

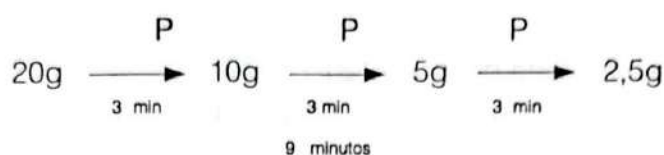
material (lembre-se que a radioatividade é fenômeno nuclear e não químico).

Alguns radioisótopos têm período de meia-vida extremamente curto (polônio-214 é de 3 minutos), enquanto outros o têm extremamente longo (urânio-238 é de 4,5 bilhões de anos).

Exemplo de determinação de meia-vida:

Suponha uma amostra de polônio-214 cuja meia-vida é 3 minutos. Tendo-se inicialmente 20 g, após 3 minutos a quantidade de polônio-214 na amostra será 10 g. Após mais 3 minutos, a quantidade ficará reduzida a 5 g. Após mais 3 minutos, verifica-se a existência de 2,5 g de polônio-214 na amostra. Assim sendo, decorridos 9 minutos (3 períodos de meia-vida) a quantidade de polônio-214 existente na amostra passou de 20 g para 2,5 g.

Esquematizando temos:



Considera-se que após um tempo equivalente a 20 períodos de meia-vida, a amostra do radioisótopo torna-se inócua, isto é, praticamente deixa de ser radioativa pois sua radioatividade fica reduzida a $1 / 1.000.000$ da inicial.

A tabela abaixo mostra alguns valores de meia-vida:

Radioisótopo	Meia-vida
Polônio-218	1 milisegundo
Polônio-214	3 minutos
Bário-142	6 minutos
Bromo-83	144 minutos
Potássio-42	12,4 horas
Ouro-198	65 horas
Iodo-131	8 dias
Fósforo-32	14 dias
Cobalto-60	5,3 anos
Trítio	12,5 anos
Estrôncio-90	28 anos
Césio-137	30 anos
Rádio-226	1600 anos
Carbono-14	5600 anos
Urânio-235	710 milhões de anos
Urânio-238	4,5 bilhões de anos

QUESTÕES

1. São necessários 5,3 anos para que o cobalto-60 perca metade de sua radioatividade. Que porcentagem de sua radioatividade inicial permanecerá ao fim de 21,2 anos?
2. Apenas $\frac{1}{8}$ da quantidade inicial do isótopo cério-143 sobra depois de decorridas 100 horas. Qual é aproximadamente a meia vida desse radioisótopo?
3. Sabe-se que o período de meia vida para o isótopo flúor-18 vale 110 minutos. Determinou-se que o número de desintegrações por minuto (dpm) de uma amostra desse isótopo, no início da contagem do tempo, era igual a 20 000. Qual o tempo necessário para que a contagem caia a 625 dpm?
4. O isótopo radioativo iodo-131, produzido artificialmente, é usado no diagnóstico do câncer da tireóide. Tal radioisótopo decai por emissão de partículas beta e perde 75 % de sua atividade em 16 dias.
 - a) Qual o tempo de meia vida do iodo - 131 ?
 - b) Qual o elemento formado nessa desintegração? Escreva a equação radioquímica correspondente.

Aplicação dos Radioisótopos

Muitos elementos químicos têm isótopos radioativos ou **radioisótopos** que ocorrem naturalmente ou são produzidos em reatores nucleares.

Os radioisótopos são muito empregados atualmente. Algumas de suas aplicações são:

a) na Medicina.

O emprego da radioatividade no tratamento de tumores malignos baseia-se no fato de células serem destruídas por ação da radiação - as células cancerígenas são destruídas mais rapidamente que as normais. Nesses tratamentos são empregados o cobalto-60 e o cério-137.

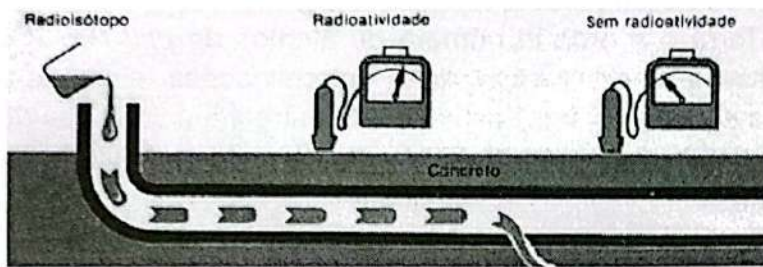
Além da aplicação terapêutica, a radioatividade é utilizada em diagnósticos. Nesse caso, o indivíduo recebe pequena quantidade de um radioisótopo que após algum tempo estará em certos locais do organismo. É o caso do iodo-131, que se aloja na tireóide, do tecnécio-99 nos pulmões, do sódio-24 no sistema circulatório, do arsênio-74 no cérebro etc. Em função da radiação emitida pelo radioisótopo assimilado pelo organismo é possível fazer diagnósticos.

Instrumentos cirúrgicos, seringas descartáveis, gaze etc, podem ser esterilizados com raios gama provenientes de material radioativo.

b) na Indústria.

Isótopos radioativos têm sido empregados para detectar eventuais vazamentos em tubulações, defeitos em motores, partes internas de navios, aviões, espessuras de chapas metálicas, medidas de nível de líquidos em caldeiras, eliminação de cargas estáticas etc.

Quando se quer testar vazamento num oleoduto, por exemplo, adiciona-se substância radioativa ao óleo. O vazamento é localizado com o auxílio de um contador Geiger. Substâncias radioativas usadas desse modo são chamadas **traçadores**.



Vazamento de tubulação sendo detectado

c) na Agricultura.

Para erradicação ou controle de insetos daninhos às plantações, os machos são esterilizados por irradiação.

Irradiando-se sementes é possível aumentar em 1 000 vezes a taxa de mutações genéticas e, dentre as novas variedades produzidas, selecionam-se as que possuem características melhoradas, obtendo-se plantas que produzam mais, sejam mais resistentes a doenças e amadureçam em períodos menores.

A radiação pode ser usada para preservar macarrão ou frutos (figos, melões, mamões, mangas), por eliminação de microrganismos e também para evitar que certas raízes ou tubérculos brotem durante o armazenamento, como é o caso de cebolas e batatas. Note que alimento irradiado não significa alimento radioativo, pois a radiação é dosada para provocar apenas a morte de bactérias e microrganismos.

Radioisótopos também são empregados em pesquisas para aprimorar os fertilizantes usados na agricultura.

d) na Pesquisa Científica.

Pesquisas sobre corrosão de metais, lubrificantes, ligas metálicas, mecanismos de reações químicas, duração de células vermelhas do sangue etc, também são feitas com o emprego de radioisótopos e sua diversidade cresce a cada dia.

e) na Datação Arqueológica.

A determinação da idade de fósseis é feita através do carbono-14 e a de rochas, lavas e cinzas vulcânicas é feita através do potássio-40.

A idade da Terra pode ser avaliada pela razão entre o número de átomos de urânio-238 e o número de átomos de chumbo-206 dos minerais de urânio. Supõe-se que o chumbo-206 presente nesses minerais provenha do decaimento do urânio-238 que se processa através de uma sequência de emissões radioativas:





A meia-vida do urânio-238 (4,5 bilhões de anos) é incomparavelmente superior à de qualquer outro elemento de sua série radioativa. Por isso, podemos considerar que o número de átomos de urânio-238 que se desintegraram desde a formação da Terra é o próprio número de átomos de chumbo-206 presentes na amostra mineral. As determinações feitas mostram que a idade da Terra está situada entre 4,5 e 5 bilhões de anos. As rochas lunares, trazidas pelas missões Apolo, indicam que a Lua tem a mesma idade.

Datação pelo Carbono-14

(Como se determina a idade de uma múmia)

Todos os seres vivos contêm átomos de carbono e entre estes há sempre alguns átomos de carbono-14.

O carbono-14 é um isótopo radioativo natural, formado pelo bombardeio do nitrogênio da atmosfera com nêutrons provenientes dos raios cósmicos:



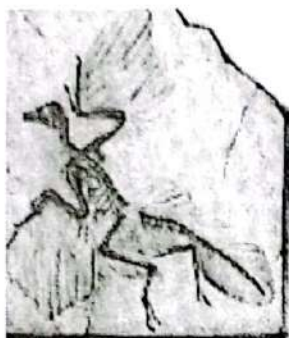
Máscara dourada que cobria a múmia do faraó

O carbono-14 é um betaemissor cuja meia-vida é igual a 5 600 anos.

Os raios cósmicos mantêm constante a taxa de carbono-14 em torno de 10 ppb (vide nota **) e este é incorporado por plantas na forma de CO_2 utilizado na fotossíntese. Os animais, através das mais diferentes cadeias alimentares, incorporam carbono-14 na mesma proporção em que estão nas plantas e na atmosfera. A partir do momento em que uma planta ou animal morre, deixa de incorporar átomos de carbono-14 de modo que sua quantidade começa a diminuir, caindo à metade a cada 5600 anos. Determinando-se a quantidade de carbono-14 em um organismo morto, podemos calcular o tempo decorrido desde a sua morte. Por esse processo já foram fixadas as idades de inúmeros fósseis, esqueletos, múmias, pergaminhos, pinturas, tecidos etc.

** Nota: ppb, partes por bilhão, é uma unidade usada para expressar concentrações muito pequenas; 10 ppb de carbono-14 indica que em cada bilhão de átomos de carbono, apenas 10 deles são de carbono-14.

Assim, se a quantidade de carbono-14 for 25 ppb o ser examinado viveu há 11 200 anos (época em que existiam mamutes). A quantidade de carbono-14 existente no esqueleto de um faraó pode ser 5 ppb.



Pássaro fóssil do período Jurássico

Foram encontradas na caverna de Lascaux (França), pinturas feitas pelos seres pré-históricos; pela determinação da taxa de carbono-14 no carvão dessas pinturas concluiu-se que elas têm aproximadamente 16 mil anos.

QUESTÕES

1. Um fóssil apresenta teor de carbono -14 igual a 2,5 ppb. Há quantos anos aproximadamente ele foi formado ?
2. Uma amostra de carvão mineral, originado pelo soterramento de gigantescas árvores, revelou conter 12,5 % do teor de carbono -14 existente na atmosfera. Há quanto tempo foram soterradas as árvores ?

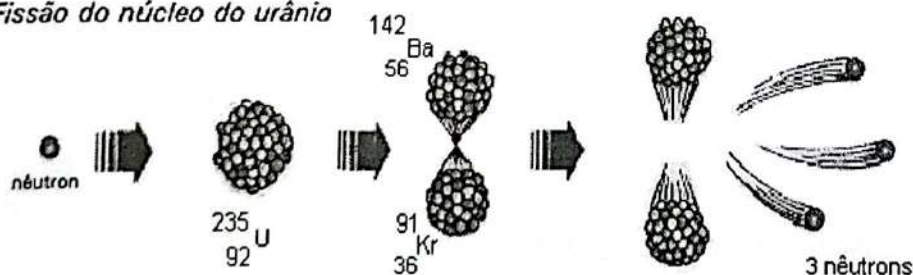
Fissão Nuclear: Da Bomba Atômica à Produção de Eletricidade

A palavra fissão significa quebra, ruptura, desdobramento.

Fissão nuclear é a quebra (mais ou menos ao meio) do núcleo de um átomo, provocada pelo bombardeio de nêutrons, dando origem a dois novos núcleos, liberação de outros nêutrons e de uma quantidade muito grande de energia.

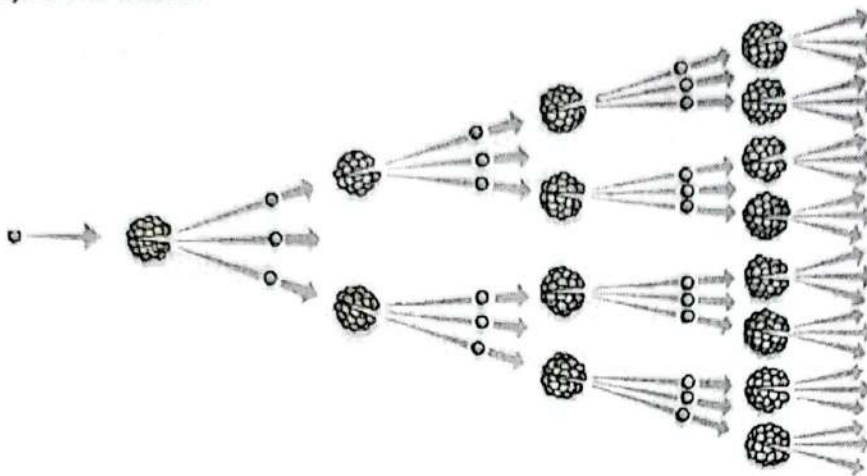
Atualmente, conhece-se a fissão apenas dos radioisótopos urânio-235 e plutônio-239, sendo que a fissão do urânio-235 foi descoberta na década de 30. Pode-se esquematizar a fissão nuclear como a seguir:

Fissão do núcleo do urânio



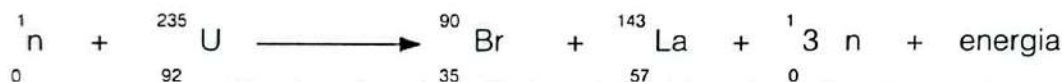
O nêutron, ao atingir um núcleo de urânio-235 provoca sua quebra em dois núcleos menores e a liberação de mais nêutrons, os quais, por sua vez, irão atingir outros núcleos e provocar novas quebras. É uma **reação em cadeia**, que ocorre com uma rapidez incrível: em apenas uma fração de segundo, enorme quantidade de radiação e de calor é produzida.

Reação em cadeia.



Quando um átomo de urânio-235 sofre fissão, vários produtos podem se formar mas sempre há liberação de muita energia na forma de raios gama, luz e calor.

O esquema abaixo mostra alguns dos produtos dessa fissão:



Sabe-se que o urânio encontrado na natureza é constituído de dois isótopos: urânio-238 (com 99,3 %) e urânio-235 (com apenas 0,7 %). Apenas o isótopo urânio-235 é fissionável. Então, bombardeando-se urânio natural com nêutrons não se produzirá reação em cadeia, pois os átomos de urânio-238 irão absorver os nêutrons resultantes da fissão. Para que a reação em cadeia ocorra é necessário "enriquecer" o urânio, isto é, aumentar a quantidade de urânio-235 existente numa amostra. O processo de "enriquecimento" do urânio é caro e envolve tecnologia dominada por apenas alguns países.

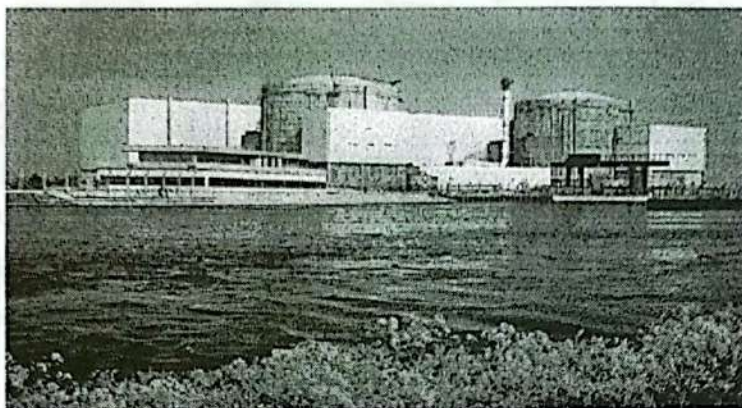
A reação de fissão do plutônio-239 pode ser escrita assim:



A energia liberada na reação de fissão (do urânio-235 ou do plutônio-239) é muito grande, muito, muito maior que aquela envolvida numa reação química comum, como por exemplo numa combustão. A fissão de 1 grama de urânio-235 equivale, sob o ponto de vista energético, a 30 toneladas de TNT.

O tempo gasto para ocorrer a fissão de 2 átomos consecutivos (ou seja, um átomo fissiona, emite nêutrons e a seguir um deles atinge o átomo vizinho) varia em torno de 10^{-12} a 10^{-5} segundos. Assim sendo, após a primeira fissão **imediatamente** teremos uma multiplicação de átomos se desintegrando.

A fissão nuclear é empregada para fins bélicos na bomba atômica e para fins pacíficos nas usinas nucleares e nos reatores de pesquisa.



Usina Nuclear

Energia Nuclear

O grande efeito energético das reações de fissão nuclear foi sentido na Segunda Guerra Mundial, quando apenas duas bombas atômicas (uma baseada na fissão do urânio-235 e outra na fissão do plutônio 239) destruíram completamente as cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, ocasionando a morte de mais de 250 mil pessoas.

Nos anos seguintes a esses acontecimentos, as pesquisas no campo nuclear intensificaram-se e, além do aprimoramento de artefatos bélicos, foram desenvolvidas tecnologias para permitir o aproveitamento das reações de fissão também para fins pacíficos: reatores de pesquisa e usinas nucleares.



Bomba atômica:

A bomba é uma aplicação bélica da fissão nuclear. A destruição que ela causa é devida à imensa quantidade de energia e radiações que são liberadas durante a reação em cadeia de fissão nuclear.

A reação em cadeia só conseguirá se manter se a massa do material físsil for superior a um certo valor chamado de massa crítica.

A bomba é construída dividindo-se a massa crítica de material físsil em quantidades menores (massas sub-críticas). Essas massas subcríticas são cercadas com cargas de um

explosivo (TNT). No centro das massas sub-críticas coloca-se uma fonte de nêutrons (que pode ser berílio). Ao se detonar a bomba, as cargas de TNT explodem simultaneamente, forçando as massas subcríticas a se juntarem em massa crítica que, ao penetrar na fonte de nêutrons, dá origem à reação de fissão em cadeia, com uma colossal liberação de energia e radiação.

A bomba é lançada normalmente a mais de mil metros de altitude e explode em pleno ar. Ao ser detonada atinge temperaturas da ordem de milhões de graus Celsius. Após cerca de 10^{-4} segundos, a bomba emite elevadas quantidades de raios gama, raios ultravioleta e luz intensa. Entre 10^{-4} e 6 segundos, a radiação já foi absorvida pelo ar em redor, o qual se transforma numa enorme bola de fogo cuja expansão provoca a destruição de todos os materiais num raio de um quilômetro. Após 6 segundos a esfera de fogo atinge o solo, iniciando uma onda de choques que se propaga com um deslocamento de ar comparável a um furacão com ventos de 200 a 400 km/h. Após 2 minutos, a esfera de fogo já se transformou completamente num cogumelo, que vai atingir a estratosfera.

As partículas radioativas espalham-se pela atmosfera levadas pelos ventos fortes e acabam se precipitando com as chuvas em diversos pontos do planeta.

O efeito da bomba atômica não termina aí. Não dura um dia, ou uma semana. Os produtos da fissão são radioativos, alguns com meia-vida longa e se espalham pelo ambiente podendo continuar a matar por anos e anos.

Reator Nuclear

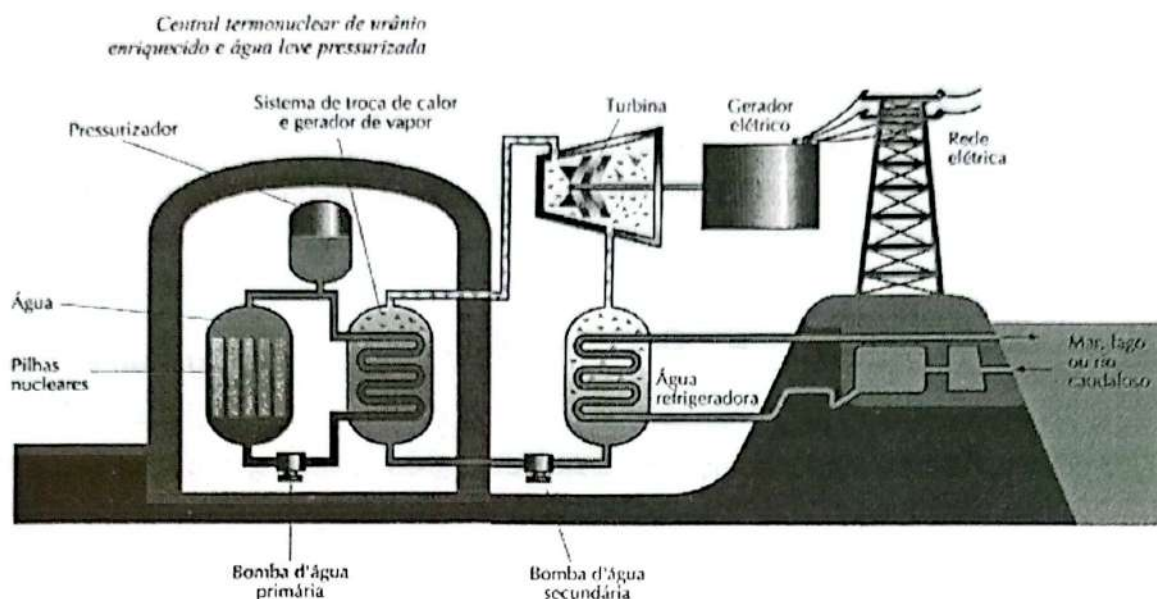
Nos reatores nucleares a energia nuclear obtida não tem finalidades bélicas. A velocidade das reações em cadeia é limitada. Os reatores nucleares são empregados em usinas nucleares, submarinos e para produzir radioisótopos.

Usina nuclear

As reações de fissão nuclear podem ser empregadas para gerar eletricidade. Isso ocorre nas usinas nucleares. Aí a reação em cadeia é mantida sob controle usando-se barras de materiais que absorvem nêutrons (cádmio ou boro, por exemplo).

O calor liberado na fissão aquece a água, mantida a alta pressão (resfriamento primário). Esta, por sua vez, aquece outra porção de água, que entra em ebulição. O vapor produzido gira uma turbina, cujo eixo está ligado a um gerador elétrico. Assim, a energia do movimento é transformada em energia elétrica.

Esquema de uma usina nuclear



Os principais componentes da usina são:

- núcleo:** que contém material físsil (urânio-235 ou plutônio-239), moderador (grafite ou água), que serve para diminuir a velocidade dos nêutrons, e barras de controle (cádmio ou boro), que servem para evitar que a reação saia do controle, absorvendo nêutrons.
- resfriamento primário:** retira a grande quantidade de calor produzida pelo núcleo do reator, transferindo-o para o gerador de vapor que irá acionar a turbina. Para o resfriamento primário podem ser usados água comum, água pesada ou CO_2 .
- couraça de contenção:** feita de concreto especial, de alta densidade, com paredes de 1,5 m de espessura, para evitar que a radiação escape para o exterior.

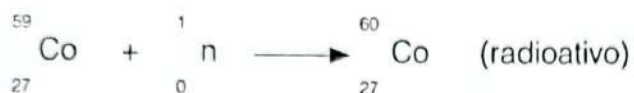
Uma das causas mais comuns de acidentes em usinas nucleares é uma falha no sistema primário de refrigeração. Quando isso acontece, a temperatura no reator sobe a níveis elevadíssimos que podem levar à fusão de seu núcleo. Isso aconteceu em 1986, na usina de Chernobyl. Provocou uma explosão, seguida de incêndio, que jogou materiais radioativos no ambiente. A área ao redor da usina ainda possui altos índices de radioatividade e ficará assim por muitos anos. O material radioativo foi levado para o restante da Europa pelos ventos. Os radioisótopos se depositaram no solo e contaminaram toda a vegetação comprometendo as pastagens do gado e, conseqüentemente, a carne, o leite e seus derivados. Animais silvestres e até as renas que vivem no norte da Finlândia foram afetados.

O combustível nuclear usado nas usinas deve ser trocado a cada 3 ou 5 anos, o que gera lixo de alto nível de radiação, que inclui também os produtos da fissão do urânio-235, dos quais os mais perigosos são o estrôncio-90, o iodo-131 e o cézio-137. O método de descarte consiste em colocá-los em tanques de aço, envoltos em concreto, em armazéns subterrâneos.

Reatores de pesquisa

Muito menores que as usinas nucleares, os reatores de pesquisa apresentam menores riscos de acidentes. Utilizam-se para a produção de radioisótopos artificiais, os quais têm inúmeras aplicações.

A amostra do material a ser bombardeada é introduzida no núcleo do reator, região em que há grande quantidade de nêutrons liberados pela fissão nuclear. Assim é fabricado o isótopo radioativo do cobalto: o cobalto-60.



O cobalto-60 é o sucedâneo do rádio no tratamento do câncer, através de um dispositivo denominado bomba de cobalto. Outro isótopo artificial produzido em reatores de pesquisa, também muito usado no tratamento do câncer é o célio-137.

Outros radioisótopos produzidos em reatores de pesquisa são: fósforo-32 usado no estudo da ação de fertilizantes e na pesquisa sobre a química do fósforo; sódio-24 usado no diagnóstico de obstruções no sistema circulatório; tálio-204, usado nas medidas de espessura de papel e de chapas metálicas muito finas etc.

QUESTÕES

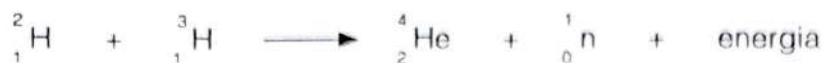
1. Compare a reação de fissão nuclear que ocorre na bomba atômica com aquela que ocorre numa usina nuclear.
2. Os efeitos das armas atômicas não são apenas momentâneos. Explique por quê.
3. Cite alguns exemplos do uso pacífico da energia nuclear.
4. A água do rio Tejo é usada para resfriamento na Central Nuclear de Almaraz, Espanha. Em condições normais de funcionamento da usina, essa água fica contaminada por radioatividade? Por quê?

Fusão Nuclear: No Sol e na Bomba H

A palavra fusão significa junção, união. Fusão nuclear é a junção de dois núcleos pequenos (hidrogênio, deutério e trítio) formando um núcleo maior e liberando uma quantidade muito grande de energia.

Para ocorrer fusão nuclear é necessária uma temperatura elevada, no mínimo, 10 milhões de graus Celsius. A fusão nuclear ocorre espontaneamente no Sol e em outras estrelas, daí a enorme quantidade de energia liberada por esses astros.

Uma das reações que ocorre no Sol é:



A energia liberada na reação de fusão nuclear é bem maior do que na fissão nuclear.

Em nosso planeta é muito difícil executar a fusão nuclear devido à alta temperatura que ela exige. Conseguiu-se até hoje realizá-la apenas nas bombas de hidrogênio (bombas H). Dentro da bomba de hidrogênio explode uma bomba atômica que produz a energia necessária para a fusão nuclear. Em outras palavras, a bomba atômica funciona como estopim da bomba de hidrogênio.

Bomba de hidrogênio:

A bomba de hidrogênio é uma aplicação bélica da reação de fusão nuclear que visa causar destruição com base na colossal energia e no fluxo de nêutrons liberados na reação. A alta temperatura necessária para a fusão nuclear é conseguida com a fissão do urânio-235. Assim, a bomba atômica serve de estopim para a bomba de hidrogênio.

Aproveitar a energia da fusão nuclear em usinas para produzir eletricidade seria extremamente vantajoso, pois o hidrogênio pode ser obtido a baixo custo a partir da água do mar, o rendimento energético da fusão é alto e não há formação de resíduos radioativos. O problema é conseguir controlar a reação e também conseguir materiais que sejam resistentes à alta temperatura produzida.

Bomba de nêutrons:

A bomba de nêutrons é uma minibomba de hidrogênio, na qual a bomba atômica que explodiria para produzir a temperatura necessária à fusão nuclear foi substituída por uma carga de TNT na proporção de 100 quilogramas de TNT por grama de trítio. Ela tem reduzido poder de impacto, mas tem alta proliferação de nêutrons. Causa pequena devastação mecânica (prédios e monumentos são poupados) e sua área de ação se estende a dois quilômetros quadrados. Seus efeitos incidem apenas sobre os seres vivos, porque os nêutrons são capturados pelos átomos do corpo e destroem células. A radioatividade residual é baixa e a área bombardeada pode ser ocupada algum tempo depois.

Lixo Radioativo

Materiais radioativos são usados na agricultura, indústria, medicina, em pesquisas científicas e engenharia, bem como na produção de energia e bombas atômicas. Todos esses processos produzem lixo que deve ser descartado - aí surge o problema: como se desfazer dos resíduos?

Alguns radioisótopos que constituem esse lixo têm meias-vidas muito longas. Além disso, a energia liberada durante o decaimento radioativo é freqüentemente suficiente para manter os resíduos a uma temperatura muito alta, o que agrava o problema da armazenagem. Esta deve ser segura para que nem a radiação nem as próprias substâncias radioativas possam entrar em contato com sistemas vivos.

Lixo de baixo nível de radiação: é um lixo de vida curta, que tem baixo teor de radioatividade. Inclui a roupa protetora contaminada e alguns equipamentos de hospitais, fábricas e universidades. Métodos de descarte: enterrar em fossos e jogar no mar dentro de tambores de aço (esse último processo não é mais permitido em alguns países).

Lixo de nível intermediário de radiação: é o constituído por equipamentos usados, frascos de transporte e lama radioativa de usinas nucleares, de fábricas de processamento de combustível nuclear e unidades de fabricação de armas nucleares. Método de descarte: envolver em concreto e armazenar em locais especiais que incluem armazéns subterrâneos ou partes mais profundas do mar.

Lixo de alto nível de radiação: esse tipo de lixo inclui os produtos da fissão do urânio-235, uma vez que o combustível nuclear deve ser trocado a cada 3 ou 5 anos. O reprocessamento aproveita o urânio-235 e o plutônio, mas os produtos da fissão do urânio-235, dos quais os mais perigosos para os seres humanos são o estrôncio-90, o iodo-131 e o cézio-137, formam uma mistura complexa de difícil separação. Método de descarte: estocar em tanques de aço inoxidável, envoltos em concreto, em armazéns subterrâneos ou minas desativadas, com baixa umidade.

Devido à sua extrema periculosidade, o problema da armazenagem do lixo radioativo causa preocupação às organizações de defesa ecológica, porque mesmo a blindagem mais resistente sofre desgastes com o tempo e pode liberar material radioativo, contaminando o ambiente.

A descoberta da radioatividade, como muitos dos avanços na ciência e na tecnologia, deve ser considerada como uma mistura de bênção e desgraça para o ser humano. Embora os cientistas possam apresentar alternativas bem definidas para os usos das reações nucleares e avaliações a respeito de seu mau uso, as escolhas finais serão mais provavelmente políticas. Numa sociedade livre, todos nós temos um pouco de responsabilidade nestas decisões.

QUESTÕES

1. Qual dos dois processos - fissão ou fusão nuclear - ocorre naturalmente ? Em que lugar do universo?
2. Qual dos dois processos - fissão ou fusão nuclear - é aproveitado pelo homem para geração de energia elétrica?
3. Qual a grande vantagem do possível uso de reatores a fusão nuclear sobre os atuais reatores a fissão?
4. Como é tratado o problema do lixo radioativo?
5. Considerando que o homem vem realizando transformações nucleares, dê dois argumentos favoráveis e dois contrários a essa realização.

O Ato de Fumar e a Radioatividade



É interessante verificar como a radioatividade e seus efeitos podem estar presentes em nosso dia-a-dia. O ato de fumar, por exemplo, pode estar relacionado à série do urânio, e os casos de câncer muitas vezes atribuídos a este vício são, em alguns casos, desencadeados pela radioatividade presente no cigarro, pois o tabaco, do qual o cigarro é feito, é uma planta que se contamina facilmente com a radioatividade do meio ambiente.

O solo no qual o tabaco se desenvolve é tratado com fertilizantes à base de fosfatos, que são ricos em urânio-238, e conseqüentemente, em seus produtos de decaimento. Numa etapa desta série, o rádio-226 se transforma em radônio-222 por emissão de partículas alfa. O radônio é um gás inerte e bastante denso que vai se acumulando numa camada baixa da atmosfera, envolvendo o cultivo do tabaco. Alguns produtos do decaimento do radônio-222, como o polônio-218 e o chumbo-214 penetram facilmente nas folhas de tabaco e se estabelecem no seu interior. O produto de seu decaimento é o chumbo-210, de meia-vida bastante longa e cuja concentração nas folhas de tabaco vai crescendo a nível elevado.

Quando uma pessoa fuma, pequenas partículas sólidas contendo alto teor de chumbo-210 são liberadas na fumaça e ao serem inaladas vão se depositando no aparelho respiratório, e eventualmente são transportadas pelo sangue para o baço, fígado e medula óssea, acumulando-se nesses locais. Tanto o chumbo-210 como os produtos de seu decaimento podem permanecer no organismo do fumante durante toda a sua vida. A constante exposição do organismo e da medula óssea às partículas alfa e beta liberadas por esses elementos aumenta a probabilidade do desenvolvimento do câncer, que, indiretamente, ocorre devido ao fumo. A radioatividade presente no cigarro está a anos-luz daquela liberada num acidente nuclear, mas é preocupante pela frequência com que os fumantes levam o cigarro à boca.

Referências Bibliográficas

AICHINGER, E.C.; BACH, S.W.; MANGE, G.C.; MOREIRA, D.R. *Química Orgânica*, S.Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1980.

BIBLIOTECA CIENTÍFICA LIFE, "A Energia" e "A Matéria", Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora, 1969.

CARRARO, F.F. e MEDITSH, J.O., *Dicionário de Química*, Porto Alegre, Editora Globo, 1977.

CARVALHO, G.C., *Química Moderna, Volume 3*, S.Paulo, Editora Scipione, 1995.

CISCATO, C.A.M., BARRAK, E.R., VICENTE, E.A., COVRE, G.J., *Química 2 - Estudo Dinâmico*, S.Paulo, Atual Editora, 1ª Edição, 1980.

CRUZ, R., *Experimentos de Química em Microescala*, vol. 3, S.Paulo, Editora Scipione, 1995.

DIAS, J. A e ROUBICEK, R., *O Brilho de Mil Sóis : História da Bomba Atômica*, S. Paulo, Editora Ática, 1994.

FELTRE, R., *Química*, Volume 2, S.Paulo, Editora Moderna, 1995.

FELTRE, R., *Química*, Volume 3, S.Paulo, Editora Moderna, 1995.

FIESER, L.F. & FIESER, M. - *Advanced Organic Chemistry*, N. York, Van Nostrand Reinhold Company, 1969.

FONSECA, M. R. M., *Química*, Volume 2, S.Paulo, Editora FTD, 1992.

FONSECA, M. R. M., *Química*, Volume 3, S.Paulo, Editora FTD, 1992.

GALLO NETTO, C., *Química - da Teoria à Realidade*, Volume 3, S.Paulo, Editora Scipione, 1996.

GALLAGHER, R. e INGRAM, P., *Chemistry Made Clear*, Oxford, Oxford University Press, 1996.

GOLDEMBERG, J., *Energia Nuclear: Vale a pena ?*, S.Paulo, Editora Scipione, 1995.

IKENOMI, AIBARA ELOÍSA *Globo Ciência - ano 7 - nº 73 - Suas perguntas - "Adoçantes dietéticos só em doses moderadas"* - Editora Globo.

LUTFI, M., *Cotidiano e Educação em Química*, Ijuí, Livraria UNIJUI Editora, 1988.

JAMES, B., *Lixo e Reciclagem*, S.Paulo, Editora Scipione, 1993.

NABUCO, J.R.P. e BARROS, R. V., *Química Geral e Inorgânica*, Rio de Janeiro, Editora Ao Livro Técnico, 1978.

NEHMI, V., *Química*, Volume 2, S.Paulo, Editora Atica, 1993.

NEHMI, V., *Materiais Combustíveis, Plásticos e Cerâmicos*, S.Paulo, Distribuidor Disal, 1993.

NOVAIS, V.L.D., *Química Orgânica e Estrutura da Matéria*, S.Paulo, Atual Editora, 1993.

NOVAIS, VERA *Química - Estrutura da Matéria e Química Orgânica - Vol 3 - 1ª edição - editora Atual - 1993.*

O'CONNOR, R., *Fundamentos de Química*, S.Paulo, Editora Harper & Row do Brasil, 1971.

OKUNO, E., *Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios*, S. Paulo, Editora Harbra, Ltda, 1988.

PERUZZO, T.M. e CANTO, E.L., *Química na Abordagem do Cotidiano*, Volume 2, S.Paulo, Editora Moderna, 1994.

PERUZZO, T.M. e CANTO, E.L., *Química na Abordagem do Cotidiano*, Volume 3, S.Paulo, Editora Moderna, 1994.

PIMENTEL, G.C. e SPRATLEY, R. D., *Química: Um Tratamento Moderno*, S.Paulo, Editora Edgard Blücher / EDUSP, 1974.

RUSSELL, J. B., *Química Geral*, S.Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil, 1981.

SARDELLA, A. e MATEUS, E., *Dicionário Escolar de Química*, S.Paulo, Editora Atica, s/data.

SIENKO, M.J. e PLANE, R.A., *Química*, S.Paulo, Companhia Editora Nacional, 1968.

SOLMONS, T.W.G. - *Química Orgânica*, Volume 3, S.Paulo, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1994.

USBERCO, J. e SALVADOR, E., *Química*, Volume 2, S.Paulo, Editora Saraiva, 1995.

USBERCO, J. e SALVADOR, E., *Química*, Volume 3, S.Paulo, Editora Saraiva, 1995.

UNIDADES PERTENCENTES AO CEETEPS

RELAÇÃO DAS ESCOLAS TÉCNICAS ESTADUAIS - ETEs e ETAEs

ADAMANTINA

ETE Prof. Eudécio Luiz Vicente
(018) 521-2493
ETA E Eng. Herval Bellusci
(018) 521-2494

AMERICANA

ETE Polivalente de Americana
(019) 468-4071 / 468-1611

AMPARO

ETE João Belarmino
(019) 870-2288

ANDRADINA

ETA E Sebastiana Augusta de Moraes
(018) 982-2633

ARARAQUARA

ETE Profª Anna de Oliveira Ferraz
(016) 236-6636 / 236-6155

ARARAS

ETE Prefeito Alberto Feres
(019) 541-2819

ASSIS

ETE Pedro D'Arcádia Neto
(018) 322-3941 / 322-8211

BARRA BONITA

ETE Comendador João Rays
(014) 641-1310

BARRETOS

ETE Cel. Raphael Brandão
(017) 322-2341 / 323-1099

BATATAIS

ETE Antonio de Pádua Cardoso
(016) 761-2428

BOTUCATU

ETE Dr. Domingos Minicucci Filho
(014) 822-0503

CABRÁLIA PAULISTA

ETA E Astor de Mattos Carvalho
(014) 245-1210

CAÇAPAVA

ETE Machado de Assis
(012) 253-3225

CACHOEIRA PAULISTA

ETE de Cachoeira Paulista
(012) 561-2816

CAFELÂNDIA

ETA E Profª. Helcy Moreira Martins Aguiar
(014) 562-1184

CAMPINAS

ETE Bento Quirino
(019) 252-3596 / 251-8934
ETE Conselheiro Antonio Prado
(019) 242-2888 / 241-5931

CÂNDIDO MOTA

ETA E Prof. Luiz Pires Barbosa
(018) 341-1014

CASA BRANCA

ETE Dr. Francisco Nogueira de Lima
(019) 671-1170

CATANDUVA

ETE Elias Nechar
(017) 522-2408

CERQUEIRA CESAR

ETA E Prefeito José Esteves
(014) 974-9175

CRUZEIRO

ETE Prof. José Sant'Ana de Castro
(012) 544-1207

DRACENA

ETA E Profª Carmelina Barbosa
(018) 822-1063

ESPÍRITO SANTO DO PINHAL

ETA E Dr. Carolino da Motta e Silva
(019) 651-1229

FRANCA

ETE Júlio Cardoso
(016) 722-4590
ETA E Prof. Carmelino Correia Jr.
(016) 703-0035 / 703-0776

GARÇA

ETE Monsenhor Antônio Magliano
(014) 461-0099
ETA E Dep. Paulo Ornellas C. de Barros
(014) 461-1534

GUARATINGUETÁ

ETE Prof. Alfredo de Barros Santos
(012) 525-2266

IGARAPAVA

ETA E Antonio Junqueira da Veiga
(016) 772-1814

IGUAPE

ETA E Eng. Agrônomo Narciso de Medeiros
(013) 841-1706

ILHA SOLTEIRA

ETE de Ilha Solteira
(018) 762-2575 / 762-4338

IPAUSSU

ETE Pedro Leme Brisolla Sobrinho
(014) 344-1408

ITAPETININGA

ETA E Prof. Edson Galvão
(015) 271-0444

ITAPEVA

ETE Dr. Demétrio Azevedo Junior
(015) 522-1077

ITATIBA

ETE Rosa Perrone Scavone
(011) 7806-1493

ITU

ETA E Martinho Di Ciero
(011) 7824-1009 / 409-0411

JACAREÍ

ETA E Cônego Jose Bento
(012) 351-5800

JALES

ETA E Dr. José Luiz Viana Coutinho
(017) 985-9055

JAÚ

ETE Joaquim Ferreira do Amaral
(014) 622-3566 / 622-2776
ETA E Prof. Uíras Ferreira
(014) 623-1170 / 623-1190

JUNDIAÍ

ETE Vasco Antonio Venchiarutti
(011) 7397-3093 / 7397-1905
ETA E Benedito Storani
(011) 7392-1881 / 7392-5142

LEME

ETE Deputado Salim Sedeh
(019) 571-4898

LIMEIRA

ETE Trajano Camargo
(019) 441-7836

MARÍLIA

ETE Antonio Devisate
(014) 433-5467

MATÃO

ETE Sylvio de Mattos Carvalho
(016) 282-6878 / 282-1226

MIGUELÓPOLIS

ETA E Laurindo Alves de Queiroz
(016) 835-1370

MIRASSOL

ETA E Prof. Matheus Leite de Abreu
(017) 242-3249

MOCOCA

ETE Francisco Garcia
(019) 656-0052
ETE João Baptista de Lima Figueiredo
(019) 656-2052

MOGI DAS CRUZES

ETE Presidente Vargas
(011) 4799-4069

MOGI MIRIM

ETE Pedro Ferreira Alves
(019) 862-0888

MONGAGUÁ

ETE Adolpho Berezin
(013) 448-3800

MONTE APRAZÍVEL

ETA E Padre Jose Nunes Dias
(017) 275-1841

ORLÂNDIA

ETE Prof. Alcídio de Souza Prado
(016) 826-0774 / 826-1765

OSVALDO CRUZ

ETE Amin Jundi
(018) 561-3982

OURINHOS

ETE Jacinto Ferreira de Sá
(014) 322-4908

PARAGUAÇU PAULISTA

ETA E Augusto Tortorello Araújo
(018) 361-1130

PENÁPOLIS

ETA E João Jorge Geraissate
(018) 652-1577

PINDAMONHANGABA

ETE João Gomes de Araújo
(012) 242-2414

PIRACICABA

ETE Cel. Fernando Febeliano da Costa
(019) 433-9734

PRESIDENTE PRUDENTE

ETA E Prof. Dr. Antonio Eulário de Toledo
(018) 222-0617

PRESIDENTE VENCESLAU

ETA E de Presidente Venceslau
(018) 271-3687

QUATÁ

ETA E Dr. Luiz Cesar Couto
(018) 366-1001

RANCHARIA

ETA E Deputado Francisco Franco
(018) 251-1045

RIBEIRÃO PRETO

ETE José Martiniano da Silva
(016) 610-8374 / 610-8261

RIO CLARO

ETE Prof. Armando Bayeux da Silva
(019) 524-2330 / 534-1688

RIO DAS PEDRAS

ETA E Dr. José Coury
(019) 493-2244

SANTA CRUZ DO RIO PARDO

ETA E Orlando Quagliato
(014) 372-2011

SANTA RITA DO PASSA QUATRO

ETA E Manoel dos Reis Araújo
(019) 582-2100

SANTO ANDRÉ

ETE Júlio de Mesquita
(011) 440-2577 / 412-2086

SANTOS

ETE Aristóteles Ferreira
(013) 236-9998

SÃO BERNARDO DO CAMPO

ETE Lauro Gomes
(011) 448-2288

SÃO CAETANO DO SUL

ETE Jorge Street
(011) 743-9510 / 743-7955

SÃO CARLOS

ETE Paulino Botelho
(016) 271-1027

SÃO JOAQUIM DA BARRA

ETE Pedro Badran
(016) 728-2192 / 728-2607

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

ETE Philadelpho Gouveia Netto
(017) 233-9823 / 232-9266

SÃO MANUEL

ETA E Dona Sebastiana de Barros
(014) 841-2599 / 841-2288

SÃO PAULO

ETE Albert Einstein (Casa Verde)
(011) 266-0503

ETE Prof. Basilides de Godoy
(Vila Leopoldina)

(011) 260-4111
ETE Carlos de Campos (Brás)

(011) 230-7098
ETE Getúlio Vargas (Ipiranga)

(011) 273-3222 / 273-3891
ETE Guaracy Silveira (Pinheiros)

(011) 211-6208
ETE José Rocha Mendes (Vila

Prudente)

(011) 6163-4454
ETE Martin Luther King (Tatuapé)

(011) 295-1428

ETE Prof. Aprígio Gonzaga (Penha)

(011) 295-1491

ETE Prof. Camargo Aranha (Móoca)

(011) 264-6733 / 264-6438
ETE Prof. Horacio Augusto da

Silveira (Vila Guilherme)

(011) 264-7508
ETE de São Paulo (Bom Retiro)

(011) 227-8891 / 227-6979

SÃO SIMÃO

ETA E Prof. Francisco dos Santos
(016) 684-1752 / 684-1415

SOROCABA

ETE Fernando Prestes
(015) 221-9677 / 221-2044

ETE Rubens de Faria e Souza
(015) 233-7189 / 233-1314

TAQUARITINGA

ETE Dr. Adail Nunes da Silva
(016) 352-5615 / 352-5159

TAQUARIVAI

ETA E Dr. Dario Pacheco Pedrosa
(015) 534-1139

TATUÍ

ETE Sales Gomes
(015) 251-4242

VERA CRUZ

ETA E Paulo Guerreiro Franco
(014) 462-1373

VOTUPORANGA

ETA E Frei Arnaldo Maria de

Itaporanga

(017) 421-3112