

**Elizabeth Teixeira de Souza  
Fabiano Lins da Silva  
Jéssica Cruz de Luca de Almeida  
Josineide Alves da Silva  
Juliana Rocha Rodrigues Barcellos  
Lidiane Aparecida de Almeida  
Marcelo Pinheiro de Souza  
Suellem Barbosa Cordeiro  
Thais Malcher dos Santos Costa Mendes**

# **CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE QUÍMICA**

**NEPE**

Núcleo de Extensão, Pesquisa e Editoração  
Instituto de Aplicações Fernando Rodrigues de Silveira

Elizabeth Teixeira de Souza  
Fabiano Lins da Silva  
Jéssica Cruz de Luca de Almeida  
Josineide Alves da Silva  
Juliana Rocha Rodrigues Barcellos  
Lidiane Aparecida de Almeida  
Marcelo Pinheiro de Souza  
Suellem Barbosa Cordeiro  
Thais Malcher dos Santos Costa Mendes

# Contextualizando O ensino de Química

1ª edição

**NEPE**  
Núcleo de Extensão, Pesquisa e Editoração  
Instituto de Química Roberto Rodrigues de Sá

2020

Distribuição gratuita – venda proibida

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

Contextualizando o ensino de química [livro eletrônico]. -- 1. ed. -- Rio de Janeiro : CAP/UERJ, 2020.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-65-88405-04-8

1. Química 2. Química (Ensino médio).

20-53274

CDD-540.7

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Química : Ensino médio 540.7

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

978-65-88405-04-8

1ª edição

**NEPE**

Núcleo de Extensão, Pesquisa e Educação  
Instituto de Aplicações Econômicas, Rodrigues de Sá, 100

2020

Distribuição gratuita – venda proibida

## APRESENTAÇÃO

O estudo da Química é fundamental, pois influencia a vida das pessoas e possibilita obter explicações sobre fenômenos da natureza, estimulando a reflexão, o raciocínio lógico, a formulação de hipóteses, o caráter investigativo e questionador. Seu caráter experimental incentiva o prazer em descobrir, ajudando a compreender o mundo e suas transformações.

Os conhecimentos químicos possibilitam ao ser humano compreender o funcionamento do nosso planeta, as interações entre os seres vivos e o ambiente, o desenvolvimento tecnológico e sua influência no ecossistema. Paralelamente, pode-se utilizar tais conhecimentos para preservar a natureza, realizando ações como reciclagem do lixo, economia de água, minimização de despejos, etc.

A Química do ensino básico busca o preparo do educando para o exercício da cidadania, ou seja, desenvolver um aluno autônomo com um mínimo de conhecimento que o capacite a participar criticamente das questões da sociedade.

Uma parte considerável do conteúdo estudado na disciplina Química envolve conceitos abstratos, complexos e cumulativos. Portanto, esta disciplina é considerada, por muitos estudantes, difícil de ser aprendida, dependendo do grau de maturidade do aluno.

O ensino de Química na educação básica deve ter como meta ser estimulante e eficiente ao estudante, motivando-o ao seu estudo. Portanto, é válido evitar uma abordagem que privilegia a memorização de informações irrelevantes e que esquece o aspecto lúdico da aquisição de conhecimentos, ou seja, o prazer em se realizar descobertas.

A contextualização do conteúdo é importante para que os alunos possam perceber o significado ou a aplicação do que estão estudando.

Atualmente, muitas metodologias vêm sendo desenvolvidas no ensino da Química com a finalidade de buscar uma maior relação entre a ciência e o cotidiano. A contextualização nas salas de aula através do conhecimento aplicado vem fornecendo uma grande contribuição para o entendimento da Química e dos processos responsáveis pelos aspectos teóricos envolvidos.

Dentro dessa perspectiva, elaboramos esta obra direcionada aos estudantes de ensino médio sem haver preocupação com a memorização, mas sim informar e dar um sentido e aplicabilidade aos conteúdos de Química estudados nesse nível educacional.

## SUMÁRIO

### UNIDADE 1 – CONHECENDO A QUÍMICA

Como surgiu a Química? .....	8
A importância da Química.....	12
Alimentos .....	12
Cosméticos.....	13
Medicamentos.....	13
Plásticos .....	14
Fertilizantes e agrotóxicos .....	15
Produção de energia .....	16

### UNIDADE 2 – QUÍMICA DOS ALIMENTOS

Composição dos alimentos .....	20
Carboidratos .....	20
Lipídios .....	27
Proteínas .....	33
Vitaminas .....	36

### UNIDADE 3 – QUÍMICA DO PETRÓLEO

Desenvolvimento industrial e a história do petróleo .....	41
História da formação e composição do petróleo .....	42
Perfuração .....	44
Refino e craqueamento do petróleo .....	45
Combustíveis derivados do petróleo utilizados no Brasil .....	49
Impactos ambientais causados pelo petróleo .....	51

### UNIDADE 4 – QUÍMICA DOS PLÁSTICOS

História dos plásticos .....	55
Polímeros .....	59
Plásticos .....	61
Fibras .....	62
Elastômeros .....	64
Polímeros condutores .....	68
Problemas ambientais .....	69
Plásticos biodegradáveis .....	72

**UNIDADE 5 – QUÍMICA DOS METAIS**

Conhecendo os metais .....	75
Ligação Metálica .....	76
Características de uma substância metálica .....	77
Formação de ligas metálicas .....	78
Principais metais e suas propriedades .....	80
Ferro (Fe) .....	80
Alumínio (Al) .....	83
Ouro (Au) .....	85
Prata (Ag) .....	87
Mercúrio (Hg) .....	88
Cobre (Cu) .....	89
Metais pesados .....	90

**UNIDADE 6 – QUÍMICA RADIOATIVA**

Radioatividade .....	94
Transmutação .....	97
Fissão nuclear .....	98
Fusão nuclear .....	100
Meia-vida .....	101
Datação por carbono-14 .....	102
Aplicações da radioatividade .....	103
Problemas ambientais provocados pela radioatividade .....	104

**UNIDADE 7 – QUÍMICA AMBIENTAL**

Poluição ambiental .....	107
Destruição da camada de ozônio .....	109
Chuva ácida .....	111
Efeito estufa .....	112
Desenvolvimento sustentável .....	113
A Química Verde .....	117
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>

# UNIDADE 1

## CONHECENDO A QUÍMICA

## Como surgiu a Química?

A história da Química tem relação com a evolução do ser humano no planeta Terra. Muitas descobertas ocorreram por acaso, e o conhecimento foi gradativamente acumulado e transmitido através das gerações. No século XVIII, a geração do conhecimento passou a ser feita por muitos cientistas de maneira mais sistemática, tomando como base a observação, a experimentação, o cálculo e o raciocínio. Com isso, houve um aumento significativo na velocidade da construção do conhecimento químico e o desenvolvimento de suas aplicações práticas.

A descoberta e o domínio do fogo têm sido relacionados com o princípio da Química. O fogo fornecia luz e calor à noite, possibilitava ao ser humano preparar e conservar comida, além de se proteger contra animais selvagens.

Os antigos egípcios utilizavam metais, ligas metálicas, cerâmica, vidros, corantes e muitas operações químicas, contudo esses conhecimentos eram técnicos, visavam as necessidades de construção de utensílios, armas e objetos artísticos, não tendo conduzido tais povos à pesquisa científica. A descoberta do cobre iniciou os trabalhos na área de metalurgia, e o posterior uso do ferro, substituindo armas e utensílios feitos de bronze, foi responsável por grandes mudanças na sociedade.

A alquimia surgiu a partir da união entre tais conhecimentos práticos com o pensamento místico oriental e a especulação filosófica dos gregos. Ela prevaleceu entre os anos 300 a.C. e 1500 d.C. e teve origem na Alexandria, cidade localizada na foz do Rio Nilo (Egito). A alquimia relacionava o oculto e o misterioso. Sua prática se propagou por várias civilizações, como os chineses, europeus, árabes, egípcios e hindus. Os alquimistas tinham habilidade no manuseio de metais e conhecimentos de astronomia.

Eles acreditavam nas ideias do filósofo Aristóteles (384-322 a.C.), defensor de que a matéria era contínua, não formada por átomos, contrariando

o que imaginavam os filósofos gregos Leucipo e Demócrito. Aristóteles ampliou a ideia de Empédocles, segundo a qual a matéria era formada por quatro elementos: água, terra, fogo e ar, associando a cada um deles duas “qualidades” opostas: frio ou quente, seco ou úmido. Essas ideias de Aristóteles permaneceram por mais de 2000 anos.

Os alquimistas também tinham como objetivo conseguir transformar metais comuns, tais como estanho, chumbo, cobre, mercúrio, em ouro e, para isso, buscavam um misterioso ingrediente, “a pedra filosofal” que teria o “poder” de realizar tal transformação e a descoberta de uma substância que fosse capaz de curar todas as doenças e de possibilitar a vida eterna ao ser humano: o elixir da imortalidade. Nesse processo de investigação, foram descobertos e produzidos novos materiais, além métodos e técnicas que deram origem ao trabalho experimental.

Eles não tiveram sucesso em suas buscas principais, mas desenvolveram diversas técnicas utilizadas até os dias atuais. Muitos procedimentos de laboratório descritos nos livros de Alexandria, ou seja, desenvolvidos pelos alquimistas, são utilizados até hoje.

No século XV iniciou-se o Renascimento, movimento que tinha por base a racionalidade. Neste momento histórico, o pensamento místico da alquimia começou a se transformar na busca de saberes que poderiam ser comprovados experimentalmente.

O médico suíço-alemão Paracelso (pseudônimo de Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim), no século XVI, descobriu algumas substâncias que poderiam ser utilizadas para a cura de doenças, e surgiram os primeiros medicamentos.

O pensamento científico do filósofo francês René Descartes fundamentou a ciência com o uso da matemática e da experimentação.

As contribuições de Robert Boyle e Lavoisier foram fundamentais na transição da alquimia para a Química como ciência.

O filósofo, físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) introduziu o “método científico” de trabalho. Ele divulgou com detalhes os seus experimentos e não aceitava as teorias que não tinham comprovação experimental. Boyle transformou a alquimia em Química, apresentando os seus princípios básicos na obra publicada em 1661 denominada “The Sceptical Chymist”.

No século seguinte (XVIII), o químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) apareceu durante o Iluminismo, época em que a ciência se distanciava da religião. Ele foi considerado o Fundador da Química Moderna, pois os seus estudos foram marcados por grande precisão qualitativa e quantitativa. Ele utilizava balanças, realizando pesagens e medições cuidadosas, com notável precisão e planejamento. Lavoisier derrubou a teoria do flogístico, que relacionava a combustão de materiais ao fato de eles possuírem um tipo de matéria denominado flogisto, que era liberado durante a queima. Essa teoria foi abandonada, ao se identificar e verificar que o gás oxigênio era responsável pelo processo de combustão. Ele também apresentou a lei de conservação das massas e lançou o Tratado Elementar de Química, no qual forneceu uma nomenclatura moderna para 33 elementos. Pode-se dizer que, a partir de então, a Química se solidificava como uma ciência experimental.

Os estudos de Lavoisier fundamentaram Dalton no desenvolvimento da teoria atômica. A teoria dos quatro elementos de Aristóteles passou a não ser

mais aceita na comunidade científica. Em 1808, o cientista inglês John Dalton propôs uma teoria atômica, desenvolvida com base na observação e análise de resultados de experimentos realizados tanto por Dalton quanto por outros cientistas.

Na metade do século XIX cerca de 60 elementos eram conhecidos e Dmitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907) os organizou na primeira tabela periódica.

Em 1896, Antoine Henri Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie descobriram a radioatividade.

No século XX, os estudos do químico neozelandês Ernest Rutherford provaram a possibilidade de transmutação dos elementos químicos (transformação de um elemento químico em outro), que era imaginada pelos alquimistas.

Posteriormente, John Joseph Thomson, Ernest Rutherford, Niels Bohr, James Chadwick, Werner Heisenberg, Arnold Sommerfeld contribuíram com a elaboração do modelo atômico atual.

## A importância da Química

A Química é uma ciência natural e experimental que estuda a matéria, suas propriedades e transformações. Como tais transformações envolvem energia, essa ciência também estuda a energia dos fenômenos que podem ocorrer naturalmente ou artificialmente.

Estudar Química é importante, pois nos possibilita compreender tais fenômenos e os conhecimentos dessa ciência estão presentes em tudo que está em nossa volta. Vale ressaltar que através dessa compreensão do conhecimento químico e sua articulação com o cotidiano é possível atuarmos na sociedade de um modo crítico e consciente, sendo capazes de modificá-la com o intuito de melhorar nossa vida social.

Há pessoas que associam a palavra Química a materiais que fazem mal à nossa saúde, dizendo, por exemplo, que determinado produto natural não contém Química. Porém, Química é uma ciência, tem um significado muito mais amplo e não pode ser nivelada apenas à definição de coisas que são prejudiciais ao ser humano.

Alguns exemplos de onde a Química está presente são citados a seguir.

### Alimentos

Os alimentos consumidos em nossas refeições contêm principalmente água, glicídios, lipídios, proteínas, sais minerais e vitaminas. A sua digestão possibilita a obtenção da energia necessária para as atividades diárias.

Os alimentos sofrem transformações ao serem preparados, e para tal foram desenvolvidos processos de cozimento e aditivos para temperar os alimentos.

Portanto, com uma grande variedade de temperos, corantes e ingredientes geramos muitas reações que nos ajudam a dar gosto, aroma e aspecto agradável aos alimentos. O preparo dos alimentos envolve uma série de reações químicas que os tornam mais saborosos.

## Cosméticos

No Egito antigo utilizava-se gordura animal e vegetal para proteger a pele das altas temperaturas do clima desértico. Registros romanos informam que Cleópatra banhava-se com leite para hidratar cabelos e pele. Atualmente temos cosméticos multifuncionais, como protetores solares que servem como base para a maquiagem, batons com proteção solar e antioxidantes, loções de limpeza que tonificam e são adstringentes (complementam a limpeza da pele, retirando resíduos persistentes). A evolução tecnológica dos cosméticos ajuda no aumento progressivo do seu consumo.

## Medicamentos

Os medicamentos ou fármacos são utilizados na cura de doenças que antes eram consideradas mortais. Pessoas com doenças crônicas podem ter uma vida confortável graças à existência dos medicamentos. Assim, o desenvolvimento tecnológico na área dos fármacos é responsável por melhorar a qualidade de vida da população, além de gerar longevidade.

As primeiras formulações farmacêuticas foram feitas por Galeno entre 129 e 199 a.C., utilizando extratos vegetais que objetivavam a cura de diversos males.

Em épocas anteriores, já se utilizavam os chás que visavam curar doenças, produzir alucinações e desfrutar das propriedades afrodisíacas. Mais tarde foram isolados os princípios ativos desses chás e verificou-se que suas estruturas se assimilavam a serotonina, exercendo assim atividade no sistema nervoso central.

No século XIX isolou-se o principal componente do ópio, a morfina, e descobriu-se o mais potente dos analgésicos. Contudo, a morfina provoca dependência e por isso é utilizada atualmente apenas para casos de dores específicas como em pacientes com câncer terminal.

## Plásticos

Os plásticos foram criados no início do século XX e seu uso foi disseminado por todas as áreas devido a sua grande versatilidade. São utilizados em embalagens, na fabricação de objetos, utensílios domésticos, brinquedos, revestimentos.

Um dos motivos para o sucesso dos plásticos é o custo reduzido de produção, o tornando acessível para todas as classes.

Apesar dos plásticos terem facilitado muito a vida diária, o uso indiscriminado gera grande quantidade de lixo e como a sua decomposição é lenta, acaba acarretando problemas ambientais. A coleta seletiva e a reciclagem são meios de diminuir a gravidade do problema, à medida que parte do plástico consumido não será descartada nos aterros sanitários.

O descarte não é a única preocupação em relação à fabricação dos plásticos, eles têm como matéria-prima o petróleo e consomem grande quantidade de energia na sua produção. Sem contar os gases nocivos lançados na atmosfera e os efluentes tóxicos.

## Fertilizantes e agrotóxicos

Com o aumento da densidade populacional, houve maior necessidade por alimentos. Tempos atrás, as áreas de plantio eram limitadas, em virtude das características naturais dos solos e intempéries da natureza, logo foi preciso aumentar a produtividade em certa área. Para elevar a quantidade de alimentos produzidos, surgiram os fertilizantes e agrotóxicos.

Os fertilizantes foram criados para suprir as necessidades de nutrientes por parte das plantas, tais como nitrogênio, fósforo e potássio, e também para corrigir a acidez dos solos, que interferem no crescimento dos vegetais.

Portanto, os fertilizantes são aditivos químicos utilizados na correção de solos com o intuito de melhorar a sua produtividade.

O nitrogênio, por exemplo, é encontrado na forma de gás nitrogênio na natureza, que não é a forma absorvida pelos vegetais. Os fertilizantes são preparados para disponibilizar o nitrogênio aos vegetais.

No século XVIII já se tinha o uso de fertilizantes em larga escala, em virtude da grande produção. Nessa época, ocorreu um aumento dos problemas causados pelas pragas e na segunda metade do século XIX surgiram os primeiros estudos sobre o uso de agrotóxicos para minimizar tais ocorrências.

Os agrotóxicos são as substâncias químicas responsáveis pelo controle de pragas e doenças. As plantações são fontes de alimento para vários insetos e roedores, além de também serem atacados por fungos e bactérias, que são considerados pragas, pois prejudicam o aumento da produtividade.

Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), agrotóxicos são substâncias ou misturas utilizadas para prevenir, destruir ou controlar uma praga.

O uso dos agrotóxicos deve ser feito com cuidado, pois muitos são tóxicos e se utilizados em grande escala podem causar diversos males à saúde humana e ao meio ambiente.

Um exemplo é o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano) que foi utilizado pela primeira vez para o combate de piolhos das tropas americanas na Segunda Guerra Mundial, praga que transmitia tifo exantemático, doença que provoca fortes dores de cabeça, febre alta (podendo haver alucinações), calafrios, náuseas, vômito e diarreia.

O DDT é uma substância apolar, logo é insolúvel em água e solúvel em meios apolares como gorduras e óleos, se acumulando no tecido adiposo dos organismos vivos. Devido a sua alta estabilidade sua degradação é lenta. A partir de um contato inicial, o DDT afeta o sistema respiratório e a pele, a exposição prolongada pode ocasionar diabetes do tipo 2, câncer de mama, fígado e tireoide.

## Produção de energia

Em 1769 James Watt patenteou a primeira máquina a vapor, o que incentivou a busca de formas cada vez mais eficientes de conversão de calor em energia mecânica. Por esse motivo, os estudos sobre o calor envolvido nas reações químicas se intensificaram e foram chamados de estudos termoquímicos.

Algumas das formas de produção de energia a partir de reações químicas são digestão, usinas termoelétricas, usinas nucleares.

A digestão química humana é o processo que ocorre a partir da quebra das moléculas dos alimentos em moléculas menores e assim libera-se energia para o funcionamento do corpo.

A digestão se inicia na boca, onde a enzima amilase atua sobre o amido do alimento transformando-o em maltose.

No estômago o bolo alimentar reage com o ácido clorídrico do suco gástrico e este ácido também proporciona o ambiente adequado para a ação da pepsina, enzima que atua na transformação das proteínas.

No intestino delgado é absorvida a maior parte dos nutrientes. No intestino grosso são absorvidos a água e os sais minerais não assimilados na digestão, formando-se as fezes.

As usinas termoeletricas são instalações industriais com a finalidade de produção de energia.

Numa usina desse tipo, a queima de combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás ocorre de forma a aquecer uma caldeira de água, transformando água em vapor. O vapor d'água de alta pressão faz girar uma turbina, e transforma a energia mecânica (giro da turbina) em energia elétrica.

Com a queima de combustíveis fósseis são liberados gases responsáveis pelo aquecimento global e pelas chuvas ácidas, causando assim, grandes impactos ambientais.

As usinas nucleares também geram energia elétrica a partir do vapor d'água, porém o aquecimento do reator acontece utilizando energia nuclear. O urânio enriquecido sofre fissão (quebra do núcleo atômico em núcleos menores) depois de atingido por um nêutron e tal colisão gera grande quantidade de energia. Nessa colisão são liberados novos nêutrons que colidem com outros núcleos de urânio radioativo, gerando uma reação em cadeia.

O controle dessa reação é de fundamental importância devido à grande liberação de energia que pode provocar rompimento reatores o que pode

ocasionar vazamentos de material radioativos. Um grande desafio a ser vencido no uso deste tipo de energia é o descarte do lixo radioativo gerado.

## UNIDADE 2

# A QUÍMICA DOS ALIMENTOS

## Composição dos alimentos

Os alimentos que consumimos todos os dias contém carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e outros elementos em menor proporção. Os nutrientes são classificados em grupos com propriedades químicas comuns. A bioquímica estuda os grupos alimentares: **carboidratos, lipídeos, proteínas e vitaminas**.

### Carboidratos

O termo **carboidrato** vem de observações antigas que as substâncias desse grupo eram hidratos de carbono, de fórmula  $C_n(H_2O)_n$ . Por exemplo, a glicose era representada por  $C_6(H_2O)_6$ . Tal consideração foi abandonada por não estar correta, mas o nome carboidrato permaneceu. Atualmente, a fórmula molecular da glicose é representada por  $C_6H_{12}O_6$ .

Os carboidratos possuem função energética e estrutural. Eles são fonte de energia para os organismos vivos e compõem tecidos de sustentação de plantas e alguns animais, como os artrópodes. Em nossa alimentação, eles são obtidos comumente a partir da batata, pães, massas, açúcares.

Na fotossíntese, os vegetais utilizam a energia da luz solar para converterem dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ) em glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) e gás oxigênio ( $O_2$ ), conforme a reação química:



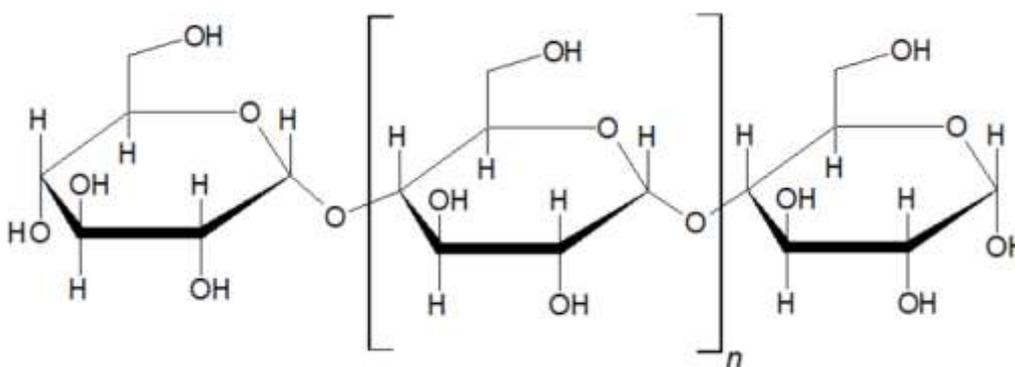
As moléculas de glicose obtidas a partir da fotossíntese formam celulose, constituinte da parede celular dos vegetais e amido, que fica armazenado.

Apesar de a maioria dos mamíferos não digerir a celulose, a ingestão de vegetais é importante, pois as suas fibras facilitam o trânsito intestinal e estimulam a secreção de saliva e suco gástrico. Entre os mamíferos, apenas os

ruminantes (vacas, ovelhas, cabras) possuem enzimas para a digestão de celulose.

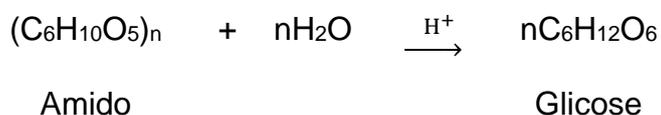
Quando ingeridos por animais, os carboidratos disponibilizam energia instantaneamente a partir do amido.

O amido é um polímero natural e é a principal fonte de armazenamento de energia nas plantas, estando presente em raízes, frutos, tubérculos e sementes. Entre as principais fontes de amido na alimentação estão batatas, ervilhas, feijões, arroz, milho e trigo. Sua estrutura é formada por várias unidades de glicose, como é indicado na figura pela letra “n” fora dos colchetes.



Estrutura do amido.

A enzima amilase provoca a hidrólise do amido na saliva e no estômago. A reação geral de hidrólise do amido em meio ácido é representada pela equação química a seguir:



A glicose produzida é transformada em glicogênio, que é a reserva energética dos animais e seres humanos. O glicogênio é armazenado principalmente no fígado e nos músculos. Quando o organismo precisa de energia, o glicogênio é novamente decomposto em glicose, que por sua vez é transportada pelo sangue até os tecidos, onde é oxidada, liberando energia.

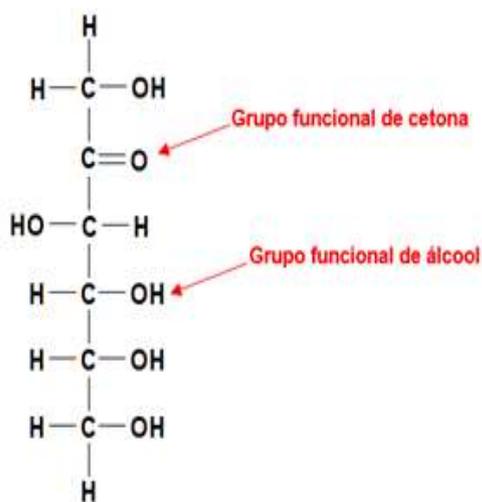
Os carboidratos podem ser divididos em **monossacarídeos**, **oligossacarídeos** e **polissacarídeos**.

Monossacarídeos e oligossacarídeos solúveis em água e normalmente doces são denominados açúcares.

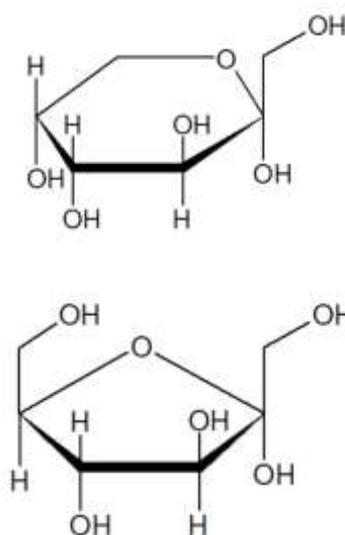
## Monossacarídeos

Os **monossacarídeos** são as unidades básicas dos carboidratos. Suas moléculas não são quebradas por ação da água, ou seja, não sofrem hidrólise. Tais substâncias podem ser divididas em cetoses (possuem o grupo cetona) ou aldoses (possuem o grupo aldeído). Elas são nomeadas a partir do número de carbonos, e temos: triose (3 carbonos), tetrose (4 carbonos), pentose (5 carbonos), hexose (6 carbonos).

A **frutose** e a **glicose** são monossacarídeos. A glicose tem grupos funcionais de álcool e de aldeído e a frutose possui grupos funcionais de álcool e cetona. Ambas podem formar estruturas cíclicas.

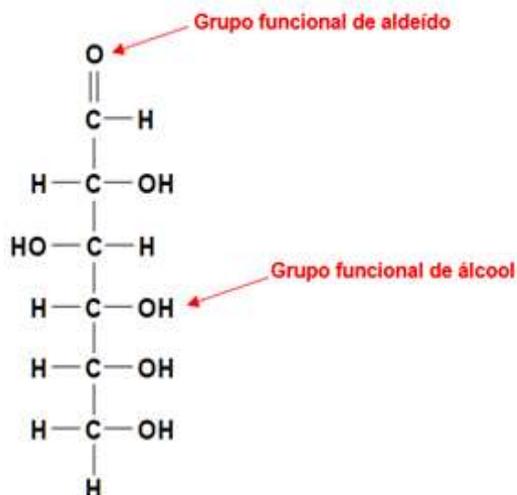


Estrutura linear

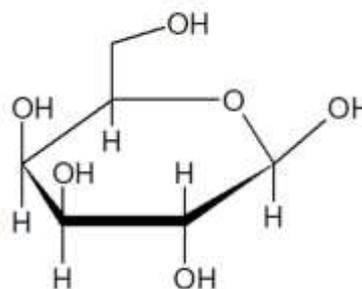


Estruturas cíclicas

Estruturas da frutose.



Estrutura linear



Estrutura cíclica

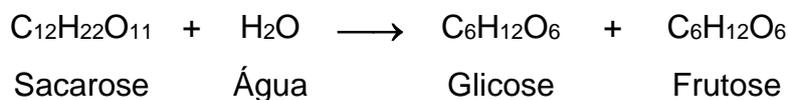
Estruturas da glicose.

A **frutose** pode ser obtida a partir das frutas e do mel. É absorvida lentamente, disponibilizando energia de forma gradual. Tal fato evita que ocorra uma elevação instantânea da concentração de açúcar no sangue.

A **glicose** é encontrada em cereais, frutas e hortaliças. Sua absorção é rápida, disponibilizando energia imediatamente. É por isso que na dieta do tipo “low carb” o indivíduo reduz a ingestão de carboidratos (que quando sofre hidrólise gera energia), assim o corpo passa a queimar gordura corporal para gerar energia, o que promove o emagrecimento.

## Oligossacarídeos

Os **oligossacarídeos** são carboidratos que possuem uma pequena quantidade de moléculas de monossacarídeos unidas. Eles sofrem hidrólise produzindo monossacarídeos. Como exemplo, a hidrólise da sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) produz glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) e frutose ( $C_6H_{12}O_6$ ), segundo a equação química:

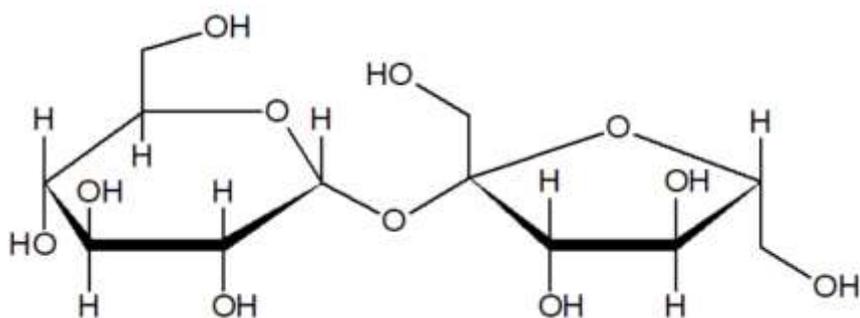


Apesar de possuírem a mesma fórmula molecular, frutose e glicose não são substâncias iguais, pois elas possuem grupos funcionais diferentes.

A hidrólise da sacarose é muito utilizada pela indústria na obtenção do chamado açúcar invertido, que uma mistura mais doce que a sacarose.

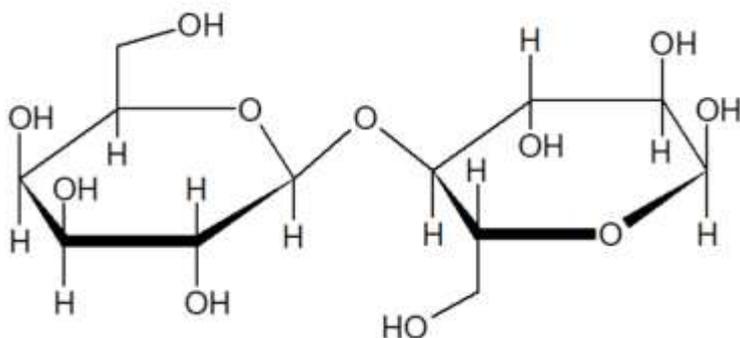
**Sacarose, lactose e galactose** são oligossacarídeos.

A **sacarose** é metabolizada rapidamente, auxilia na formação de glicogênio. É o açúcar encontrado na beterraba e na cana-de-açúcar. A figura abaixo mostra a estrutura da sacarose, formada por unidades de glicose e frutose.



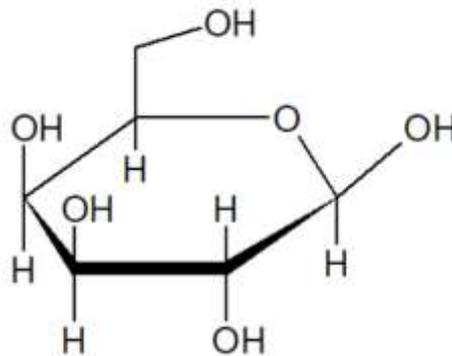
Estrutura da sacarose.

A **lactose** é o açúcar mais abundante no leite, composto de galactose e glicose. Sua estrutura formada por unidade de galactose e glicose é representada abaixo.



Estrutura da lactose.

A **galactose**, representada na figura a seguir, é obtida a partir do leite e seus derivados. Ela é proveniente da lactose e é convertida em glicose para a produção de energia.



Estrutura da galactose.

## polissacarídeos

Os **polissacarídeos** são carboidratos que sofrem hidrólise produzindo um grande número de monossacarídeos.

**Amido, pectina e quitina** são polissacarídeos importantes.

O **amido** pode ser obtido por meio do consumo de leguminosas, cereais, vegetais, raízes. É a principal fonte de carboidrato.

A **pectina** está presente na casca de frutas. Este polissacarídeo não pode ser digerido, no entanto, seu consumo é recomendado, pois absorve água formando um gel, o que retarda o esvaziamento do estômago, ampliando a sensação de saciedade.

A **quitina** é utilizada na sustentação, se encontra na carapaça de crustáceos como siri e caranguejo.

## Conhecendo mais

**“Dietas que restringem o consumo de carboidratos, as chamadas low carb, podem reduzir a expectativa de vida em até quatro anos, sugere um estudo.**

Esse tipo de dieta tem se tornado cada vez mais popular para quem busca perder peso e se mostrou promissor para diminuir o risco de algumas doenças.

Mas um estudo realizado nos Estados Unidos ao longo de 25 anos indica que um corte moderado no consumo de carboidratos - ou a troca de carne por proteínas e gorduras vegetais - é mais saudável. [...]

### O impacto na expectativa de vida

No estudo, publicado na revista científica *The Lancet Public Health*, 15,4 mil pessoas dos EUA preencheram questionários sobre os alimentos e bebidas que consumiam, bem como sobre o tamanho das porções.

A partir disso, os cientistas estimaram a proporção de calorias que recebiam de carboidratos, gorduras e proteínas.

Depois de acompanhar o grupo por uma média de 25 anos, os pesquisadores descobriram que aqueles que obtinham entre 50% e 55% de sua energia oriunda de carboidratos - grupo com consumo moderado de carboidratos e em linha com as orientações dietéticas do Reino Unido - tinham um risco ligeiramente menor de morte quando comparados com aqueles com baixo e alto consumo.

Carboidratos incluem vegetais, frutas e açúcar, mas a principal fonte deles são alimentos ricos em amido, como batatas, pão, arroz, macarrão e cereais.

Pesquisadores estimam que, a partir dos 50 anos de idade, as pessoas com o consumo moderado devem viver em média mais 33 anos. Isso representa quatro anos a mais do que as pessoas que recebiam 30% ou menos de sua energia a partir de carboidratos (grupo chamado de extrabaixo carboidrato).

As pessoas com consumo moderado também apresentam expectativa de vida de 2,3 anos a mais do que as que obtém de 30% a 40% de sua energia dessa fonte, o grupo chamado baixo-carboidrato. E, ainda, devem viver 1,1 anos a mais que o grupo de 65% ou mais de carboidratos (considerado alto carboidrato).

Os resultados foram semelhantes a estudos anteriores com os quais os autores compararam seu trabalho, que incluíram mais de 400 mil pessoas de mais de 20 países. [...]

Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-45221046>>. Acesso: 15 out. 2020.

## Lipídios

Os **lipídios** são substâncias que possuem elevados conteúdos energéticos e insolúveis em água (hidrófobos). Possuem função estrutural e são os principais componentes do tecido adiposo.

As gorduras fornecem energia a partir da degradação que ocorre nas células durante a respiração celular. Os lipídios são responsáveis pelo transporte de vitaminas lipossolúveis como A, D e E.

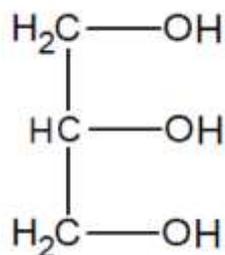
Os lipídios também são isolantes térmicos e físicos (preservando a temperatura do corpo constante), originam os hormônios, impermeabilizam superfícies (o que evita desidratação), melhoram a textura e sabor dos alimentos.

Algumas fontes de lipídios da nossa alimentação são: leite, carne e derivados, coco, abacate, óleo de soja, etc.

Abordaremos nesta obra os **triglicerídeos**, os **esteroides** e os **cerídeos**.

## Triglicerídeos

Os **triglicerídeos** ou **triacilgliceróis** são triésteres originados da união de três moléculas de ácidos graxos com uma molécula de triálcool (glicerol).



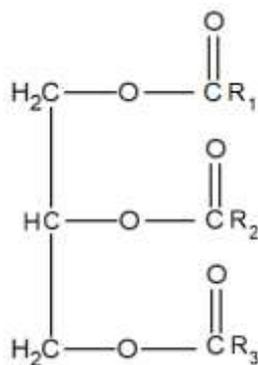
Estrutura do glicerol.

O ácido graxo é um ácido monocarboxílico que pode ser saturado ou insaturado. A maioria dos ácidos graxos naturais possui um número par de

átomos de carbono. Os ácidos graxos insaturados naturais só apresentam a forma “cis”.

Os triglicerídeos podem ser classificados como óleos ou gorduras. Os óleos são formados a partir de ácidos graxos insaturados e se encontram no estado líquido em condições ambientes. As gorduras são provenientes de ácidos graxos saturados e são sólidas em condições ambientes.

Na figura abaixo está representada de forma geral uma molécula de triglicerídeo e no centro está a estrutura do glicerol e, ligados a ele, três ácidos carboxílicos diferentes, cujas cadeias carbônicas estão representadas genericamente por  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .



Estrutura de um triglicerídeo.

Alguns exemplos de óleos são óleos de soja, de milho, de amendoim, de baleia, de fígado de bacalhau, de linhaça, de oiticica.

Alguns exemplos de gorduras são manteiga de cacau, manteiga de abacate, banha suína.

O consumo de óleos e gorduras deve ocorrer com moderação, já que as gorduras saturadas estão relacionadas ao aumento dos níveis de colesterol. O consumo de gorduras insaturadas tende a diminuir a concentração de colesterol LDL (*Low Density Lipoprotein* - lipoproteína de baixa densidade), conhecido como colesterol ruim. A substituição de alimentos com gorduras saturadas por

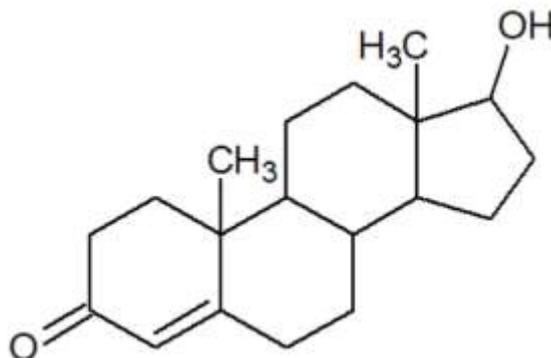
outros com gorduras insaturadas pode ser um fator de prevenção a doenças cardíacas e circulatórias.

## Esteroides

Os **esteroides** são lipídios constituídos de hidrocarbonetos cíclicos com dezessete carbonos e diversos grupos funcionais ligados. Hormônios e enzimas são esteroides.

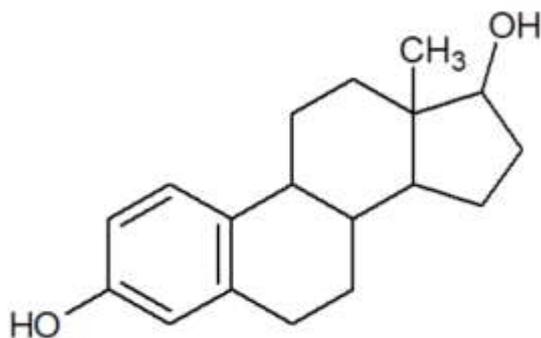
Esteroides importantes são a **testosterona**, o **estadiol** e o **colesterol**.

A testosterona ( $C_{19}H_{28}O_2$ ) é um hormônio que está presente tanto em homens quanto em mulheres, contudo, é o principal hormônio sexual masculino. É o hormônio que possibilita a produção dos espermatozoides e das características masculinas como voz grossa, músculos e barba.



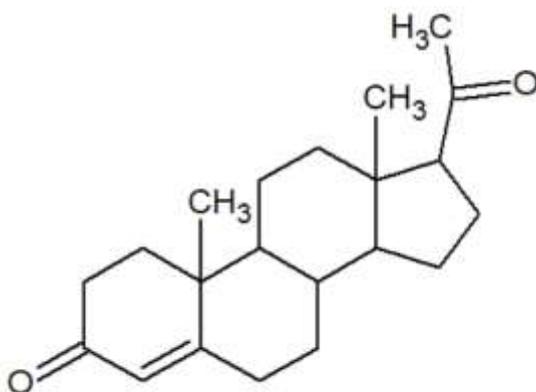
Estrutura da testosterona.

O estadiol ( $C_{18}H_{24}O_2$ ) é um hormônio feminino produzido nos ovários. É responsável por regular o ciclo menstrual e por sintetizar proteínas do útero, glândulas mamárias e vagina.



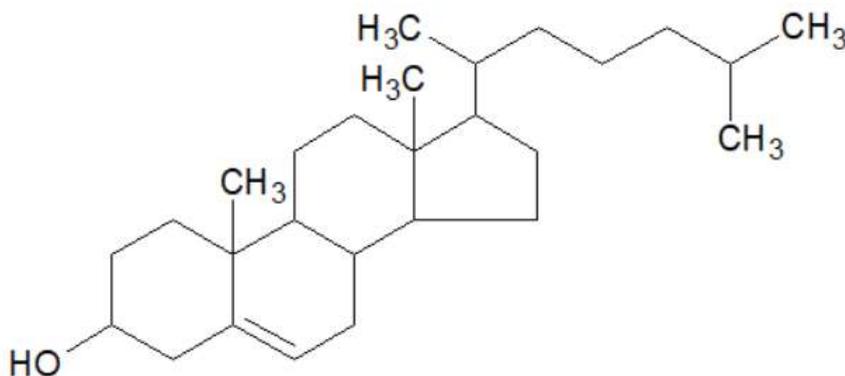
Estrutura do estradiol.

A progesterona ( $C_{21}H_{30}O_2$ ) é um hormônio produzido no ovário. Ela provoca a produção de secreção necessária para a gravidez.



Estrutura da progesterona.

O colesterol ( $C_{27}H_{46}O$ ) é sintetizado principalmente pelo fígado e intestino, mas também pode ser obtido a partir da alimentação (carnes, ovos, manteiga). Quanto mais colesterol é obtido a partir da alimentação, menor as quantidades produzidas pelo organismo. Ele pode ser do tipo HDL ou LDL.



Estrutura do colesterol.

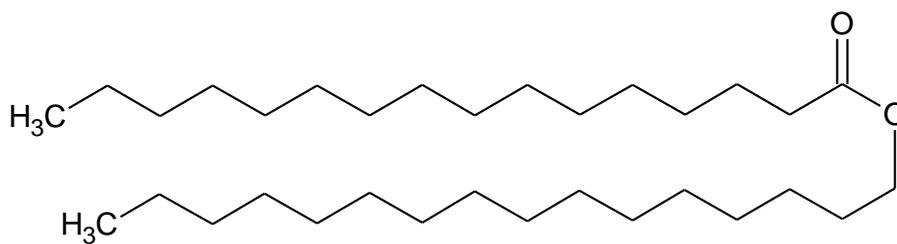
O colesterol tipo HDL (*High Density Lipoprotein* - lipoproteína de alta densidade), conhecido como colesterol “bom”, é a proteína que transporta cerca de 30% o colesterol sanguíneo dos tecidos para o fígado, para o metabolismo ou excreção da biliar. Índices elevados desse tipo de colesterol estão relacionados à redução do risco de doenças cardíacas.

Já o colesterol tipo LDL (*Low Density Lipoprotein* - lipoproteína de baixa densidade), conhecido como colesterol “ruim”, é a proteína que transporta 70 % do colesterol sanguíneo do fígado para os tecidos. É utilizado na síntese de membrana celular e hormônios esteroides.

## Cerídeos

Os **cerídeos** são formados pela mistura de ésteres e álcoois de cadeia longa. Podem ser de origem animal, como a cera de abelha, ou vegetal, como proveniente da palmeira. São utilizados na fabricação de cosméticos, ceras para piso e velas.

O palmitato de cetila ( $C_{32}H_{64}O_2$ ) é uma cera encontrada no espermacete do crânio das baleias cachalotes. É utilizada na indústria de cosméticos, na produção de embalagens alimentícias, giz de cera, tintas para impressora, biolubrificantes, vernizes, adesivos, etc.



Estrutura do palmitato de cetila.

A cera de abelha é utilizada largamente para fins medicinais, como a retirada de tártaro, e em tratamentos de casos alérgicos como sinusite, por exemplo.

## Conhecendo mais

### Produção de sabão

O processo de fabricação de sabão é conhecido desde 600 a.C., quando se preparava um material pastoso a partir da fervura da gordura de cabra com cinzas de madeira.

Um sabão é obtido pela reação de saponificação. Tal reação é uma hidrólise alcalina, ocorrendo entre um triglicérideo e uma base inorgânica, formando sal de ácido graxo (sabão) e glicerol. As bases utilizadas são hidróxido de potássio (KOH) e hidróxido de sódio (NaOH).

### Produção de biodiesel

Os glicerídeos também podem produzir biodiesel, um combustível renovável utilizado em automóveis de grande porte como caminhões. Diversos óleos podem ser utilizados na síntese do combustível, mas todos reagem com etanol e um catalisador para originar o produto, o processo é chamado de transesterificação. Além da mistura de ésteres (biodiesel) também é obtido glicerol.

Visando a introdução do biocombustível e não esquecendo que a maior parte da produção agrícola é voltada para o mercado alimentício, o governo brasileiro tem permitido paulatinamente a adição de biodiesel ao diesel comercializado.

## Proteínas

Todos os organismos vivos possuem proteínas que desempenham diversas funções no corpo.

- **Proteínas estruturais**

São aquelas que conferem suporte e resistência. Por exemplo, o colágeno constitui o tecido conjuntivo e os ossos, a queratina constitui os pelos, cabelos e unhas e a elastina que está relacionada à estrutura da pele.

- **Proteínas transportadoras**

São encontradas nas membranas plasmáticas e intracelulares, possibilitando o transporte de substâncias para dentro e para fora das células. Um exemplo desse tipo de proteína é a hemoglobina, que tem a função de transportar gás oxigênio.

- **Proteínas reguladoras**

São os hormônios que regulam processos químicos no organismo, como a insulina que controla a glicemia (taxa de glicose no sangue).

- **Proteínas de defesa**

São os anticorpos que protegem o corpo de invasores.

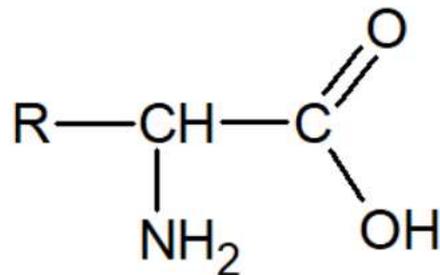
- **Proteínas de armazenamento**

Possuem a função de agir como reservatório de substâncias. Elas podem ser encontradas nas sementes de muitas plantas, armazenando nutrientes para a germinação e crescimento do broto.

- **Proteínas mecânicas**

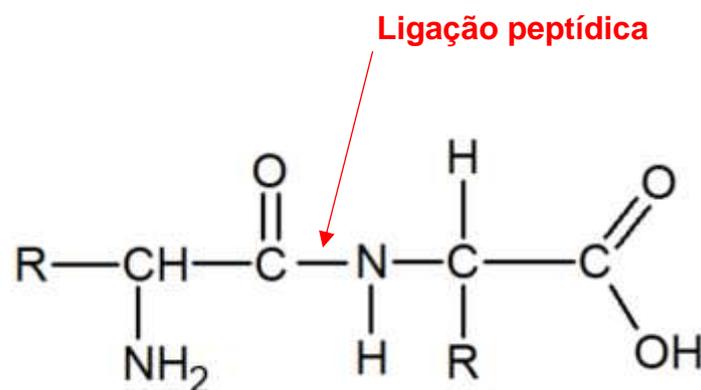
Estão relacionadas à contração e ao relaxamento muscular.

As proteínas são formadas pela ligação entre aminoácidos, conhecidos como blocos construtores. Na natureza são encontrados 20 tipos de aminoácidos. Eles se combinam para originar as proteínas naturais, mas nem todos precisam estar na constituição de uma proteína. Eles são genericamente representados conforme a figura a seguir, onde R representa uma cadeia carbônica que varia de acordo com o aminoácido específico.



Representação genérica de um aminoácido.

A formação de uma proteína depende da ligação entre os aminoácidos, denominada ligação peptídica, formada pela combinação de um grupo amina de um aminoácido com um grupo carboxílico do outro.



Representação da ligação peptídica.

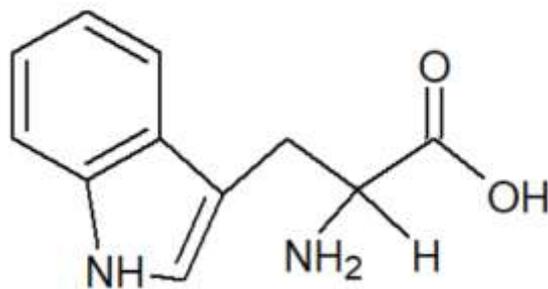
O DNA e o RNA são proteínas que carregam o material genético dos organismos vivos e são proteínas. O DNA armazena informações genéticas da espécie, o que determina as características físicas, por exemplo. Enquanto o RNA transcreve as informações do DNA para as células do organismo e ordena a síntese de proteínas.

Na alimentação, devem-se combinar as proteínas animais e vegetais. São fontes de proteínas animais: leite, ovos, queijo e carne. Já as proteínas vegetais podem ser obtidas a partir de leguminosas, nozes e sementes.

As proteínas podem sofrer desnaturação (perda de sua forma), o que provoca a perda de sua atividade biológica e de sua função. A desnaturação, na maior parte dos casos, diminui a solubilidade. No entanto, aumenta a reatividade dos grupos laterais, que sofrem reação mais facilmente, facilitando a digestão, por exemplo. A desnaturação pode ser provocada por calor, alteração de pH ou desidratação.

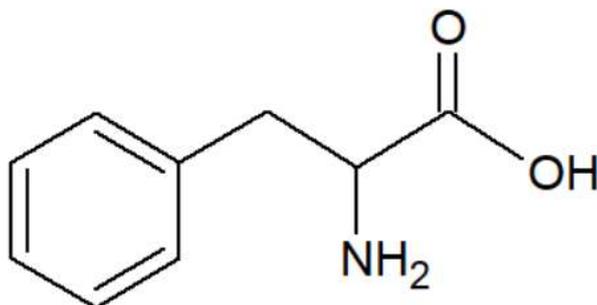
**Triptofano, fenilalanina e histidina** são aminoácidos importantes.

O **triptofano** ( $C_{11}H_{12}N_2O_2$ ) origina a vitamina B3 e o neurotransmissor serotonina, que atua regulando o humor, sono, apetite e ritmo cardíaco. A sua falta pode gerar sintomas de depressão.



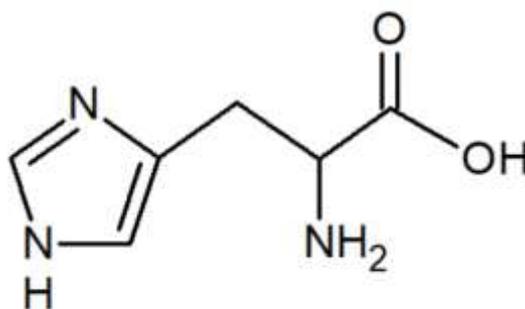
Estrutura do triptofano.

A **fenilalanina** ( $C_9H_{11}NO_2$ ) origina a tirosina, que é responsável pela produção da melanina, o pigmento da pele e cabelos.



Estrutura da fenilalanina.

A **histidina** ( $C_6H_9N_3O_2$ ) origina a histamina, necessária pra vasodilatação do sistema cardiovascular, sendo produzida como resposta a presença de agentes alérgicos.



Estrutura da histidina.

## Vitaminas

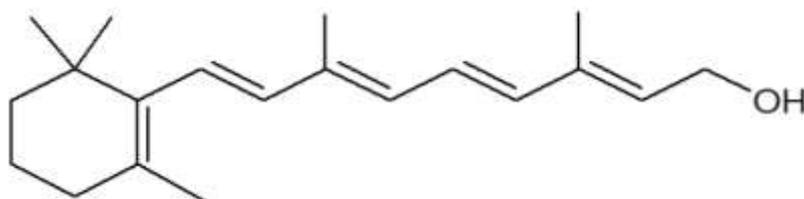
As **vitaminas** são micronutrientes essenciais ao organismo. A necessidade de vitaminas para cada pessoa varia de acordo com a idade, clima ou atividade que desempenha. Estas substâncias não pertencem a apenas uma classe química, pois elas possuem muitas propriedades diferentes.

As vitaminas podem ser classificadas em lipossolúveis (solúveis em lipídios ou solventes apolares) ou hidrossolúveis (solúveis em água). As vitaminas hidrossolúveis possuem muitos grupos polares (com hidrogênio ligado a oxigênio ou nitrogênio).

## Vitaminas lipossolúveis

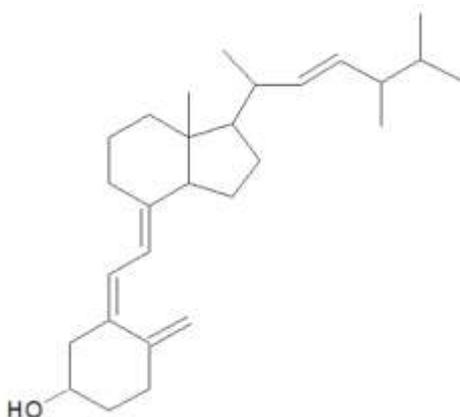
A **vitamina A** (retinol) é necessária no processo de adaptação visual em diferentes intensidades de luz, atua na regeneração da pele e mucosas, auxilia no sistema imunológico aumentando a resistência a infecções. Pode ser encontrada em alimentos como: cenoura, fígado de boi, salsa, ovos e folhas de beterraba.

A carência desta vitamina pode acarretar em cegueira noturna, lesões na córnea, maior ocorrência de infecções, queda de cabelo e pele seca.

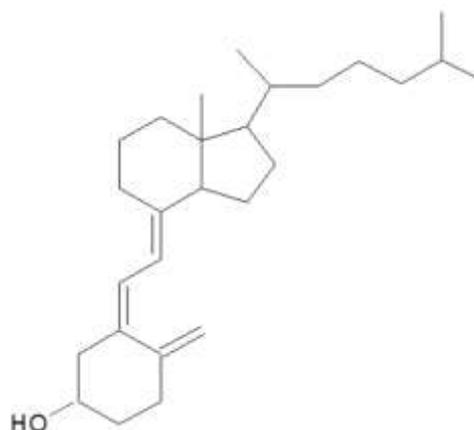


Estrutura da vitamina A.

A **vitamina D** possui duas formas principais: vitamina D2 (Ergocalciferol) e vitamina D3 (Colecalciferol). Ela atua na absorção do cálcio e do fósforo, constituintes dos dentes e ossos. Pode ser encontrada no salmão, soja, atum, fígado de boi e também é produzida pelo próprio organismo a partir da exposição ao sol. Sua deficiência pode causar deformação nos ossos, cáries, raquitismo, osteoporose, fraqueza muscular.

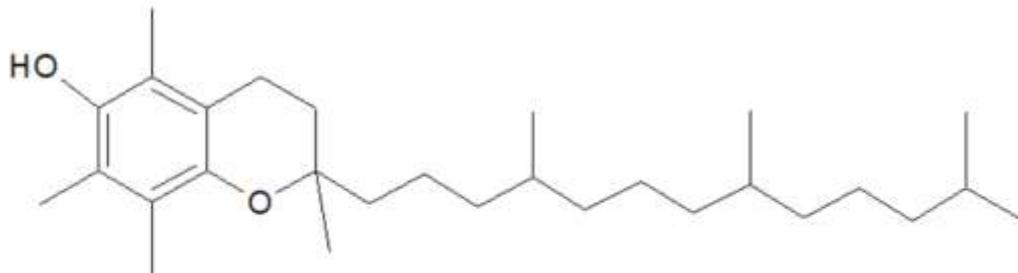


Estrutura da vitamina D2.



Estrutura da vitamina D3.

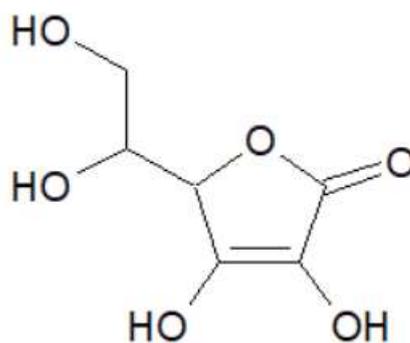
A **vitamina E** constitui as membranas celulares, atua nos processos de coagulação sanguínea, aumenta a resistência a infecções e retarda o envelhecimento. Pode ser obtida, por exemplo, através do consumo de abacate, gema de ovo, brócolis e avelã. Sua carência pode resultar em fraqueza muscular e perda de brilho capilar.



Estrutura da vitamina E.

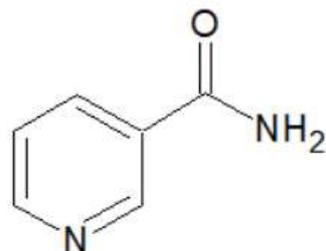
## Vitaminas hidrossolúveis

A **vitamina C** participa do controle dos níveis de colesterol, favorece a cicatrização e aumenta a resistência às infecções. Pode ser adquirida através do consumo de laranja, limão, alface, goiaba, acelga e melão. Sua insuficiência pode ocasionar escorbuto, hemorragias na gengiva, anemia e fadiga, queda dos dentes.



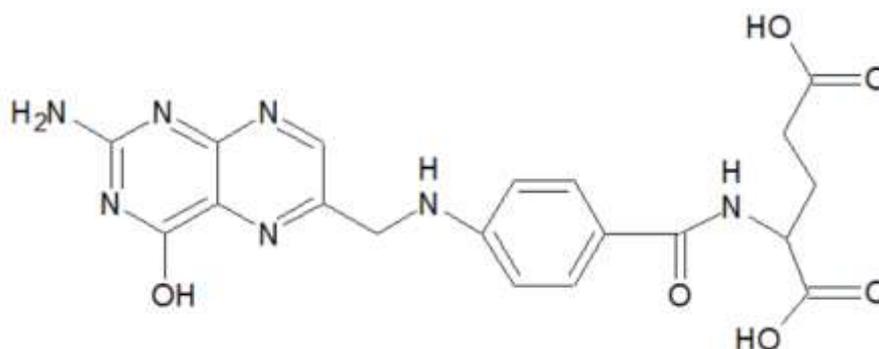
Estrutura da vitamina C.

A **vitamina B3** (niacina) age na regulação do apetite, controla os níveis de colesterol no sangue e fundamental para o bom funcionamento das glândulas suprarrenais. Ela pode ser encontrada na ostra, ervilha, acelga e carne bovina. Sua carência pode produzir anorexia, dores de cabeça, náuseas, insônia, inflamação de pele e até demência.



Estrutura da vitamina B3.

A **vitamina B9** (ácido fólico), juntamente com a vitamina B12, promove a formação de hemácias, também é utilizada no metabolismo de proteínas e gorduras. Está presente no fígado bovino, brócolis, espinafre, ovo e laranja. Sua falta pode causar anemia, fraqueza, insônia, irritabilidade e confusão mental.



Estrutura da vitamina B9.

# UNIDADE 3

## QUÍMICA DO PETRÓLEO

## Desenvolvimento industrial e a história do petróleo

O carvão mineral é formado por rochas sedimentares e passou a ser utilizado como combustível a partir do desenvolvimento da máquina a vapor, na primeira revolução industrial. Na natureza, as espécies de carvão mineral diferem em relação ao percentual de carbono, que é o principal elemento a ser queimado, e são denominados turfa (55% a 60%), linhito (67% a 78%), hulha ou carvão betuminoso (80% a 90%) e antracito (96%).

Com o desenvolvimento acelerado das máquinas com maiores potências e eficiências, tornou-se necessário a busca por novos combustíveis e o petróleo passou a ser a principal fonte de combustíveis como, gasolina, querosene, óleo diesel, gás natural, etc.

No Brasil, a história do petróleo iniciou na época do império, pois em um decreto em 30 de novembro de 1864 constava a autorização para o inglês Thomas Denny Sargent extrair, por noventa anos, petróleo nas comarcas de Camamu e Ilhéus, sul da Bahia.

A partir de 1930, com o processo de industrialização sendo implantado no Brasil, foi criado o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), órgão responsável pela regulamentação do setor petrolífero. Em 1939 jorrou petróleo no poço de Lobato e o governo passou a explorar esse e os demais que foram descobertos.

Dentro desse contexto, em 1946 começou a campanha o Petróleo é nosso que resultou, em 1953, na criação da Petrobrás, órgão de controle e propriedade totalmente nacionais com a participação majoritária da união. A função dessa empresa seria explorar diretamente ou por meio de subsidiárias todas as etapas de exploração, com exceção da distribuição.

## História da formação e composição do petróleo

O **petróleo** é um material resultante da decomposição de matéria orgânica. Ele é oleoso, inflamável, tem odor próprio e, em geral, possui densidade menor que a da água. Sua coloração varia entre o negro e o castanho escuro.

Ao longo de milhares de anos, restos de animais e vegetais mortos depositaram-se no fundo de lagos e mares e, lentamente, foram cobertos por sedimentos que posteriormente se transformaram em rochas sedimentares. Essa matéria orgânica foi submetida a elevadas pressões e temperaturas, acarretando reações químicas complexas que deram origem ao petróleo. Portanto, o petróleo está localizado apenas nas bacias sedimentares, encontrando-se associado à água e ao gás natural.

A composição do petróleo varia de campo para campo e até entre poços, em um mesmo campo. Em geral, verifica-se a presença de hidrocarbonetos (compostos formados por apenas carbono e hidrogênio) e pequenas quantidades de substâncias contendo enxofre, fósforo, nitrogênio e oxigênio. Também podem ser encontrados algumas substâncias inorgânicas e que são consideradas como impurezas.

São encontrados metais na maioria dos petróleos em pequenas concentrações, basicamente em duas formas: como compostos organometálicos e como sais inorgânicos dissolvidos na água que está em emulsão no petróleo.

Um processo denominado dessalgação do petróleo é utilizado para remover os sais inorgânicos presentes.

A composição comum dos componentes encontrados no petróleo é fornecida na tabela a seguir. Esta composição pode variar dependendo da amostra analisada.

Elemento	%
C	82
H	12
N	4
O	1
Sais	0,5
Metais	0,5

Composição dos principais elementos presentes no petróleo.

Fonte: <http://www.anp.gov.br/Carregamento-Comercializacao-Autoprodutor-Autoimportador-Consumo-Em-Refinarias-E-Fafens/2-Uncategorised/709-Petroleo-E-Derivados>  
Acesso em 12/09/2020

Materiais obtidos a partir do petróleo são utilizados como combustível de automóveis, aviões, navios, no aquecimento de casas e prédios. Tais materiais são ainda utilizados como matéria-prima para plásticos, produtos químicos, fertilizantes e tecidos.

O petróleo e seus derivados são responsáveis por inúmeros problemas ambientais, tais como a liberação de gases tóxicos para a atmosfera, a contaminação de águas pelo derramamento de petróleo, a contaminação do solo e alimentos.

## Perfuração

O petróleo é encontrado em jazidas subterrâneas, que são localizadas após estudos geológicos. Apesar desses estudos, é na etapa da perfuração que se tem a certeza se o petróleo está presente ou não no local. A perfuração pode ser feita em terra ou no mar. Em terra, é feita por meio de uma sonda de perfuração. No mar, as etapas de perfuração são feitas por meio de plataformas marítimas. A profundidade de um poço pode variar de 800 a 6.000 metros.

Em uma jazida petrolífera se encontram normalmente água salgada e uma mistura gasosa. Quando ocorre uma perfuração, a pressão desses gases faz com que o petróleo jorre para fora. Após a redução da pressão, o petróleo para de jorrar e tem de ser bombeado, obtendo-se o petróleo bruto.

De todas as bacias petrolíferas existentes no Brasil, destacam-se as bacias de Campos, de Santos, do Espírito Santo e do Recôncavo Baiano. A bacia de Campos representa a principal e maior bacia do país, sendo responsável por 80% da produção de petróleo no Brasil. A bacia de Santos possui o maior potencial de crescimento, uma vez que nela se encontra a camada pré-sal. Na bacia do Espírito Santo ocorre a extração de gás natural. A bacia do Recôncavo Baiano é a segunda bacia petrolífera brasileira em volume de produção e a primeira a ser explorada no Brasil.

No *ranking* mundial dos países produtores, segundo o Centro Brasileiro de Infraestrutura (CBIE), o Brasil está em 10º lugar, produzindo cerca de 2,7 milhões de barris/dia em 2018.

Terminada a etapa de obtenção, o petróleo e o gás natural são transportados por meio de dutos ou navios para os terminais, onde são armazenados. Em seguida, o petróleo é transferido para as refinarias, onde será separado em frações, pois o óleo bruto praticamente não tem aplicação.

## Refino e craqueamento do petróleo

O petróleo é retirado do subsolo com uma grande quantidade de impurezas. Tais impurezas são removidas através de técnicas físicas de separação de misturas: decantação e filtração.

A decantação consiste na separação dos componentes de uma mistura pela diferença de suas densidades. Como o petróleo é menos denso que a água, com o tempo a água tende a ficar na parte inferior e o petróleo na parte superior.

A filtração ocorre pela passagem da mistura por um filtro ou malha fina que retém as partículas sólidas maiores, tais como areia e a argila.

Depois dos processos físicos de separação, faz-se o refino do petróleo.

O petróleo é composto de uma mistura complexa de hidrocarbonetos e o seu refino transforma essa mistura em frações mais simples, denominadas frações do petróleo.

Como esses hidrocarbonetos têm temperaturas de ebulição muito próximas, não é possível separar cada um desses componentes individualmente. Então o petróleo é separado em grupos ou misturas de hidrocarbonetos, as chamadas **frações do petróleo**, formadas por um número menor de substâncias. Tais frações apresentam diferentes faixas de pontos de ebulição.

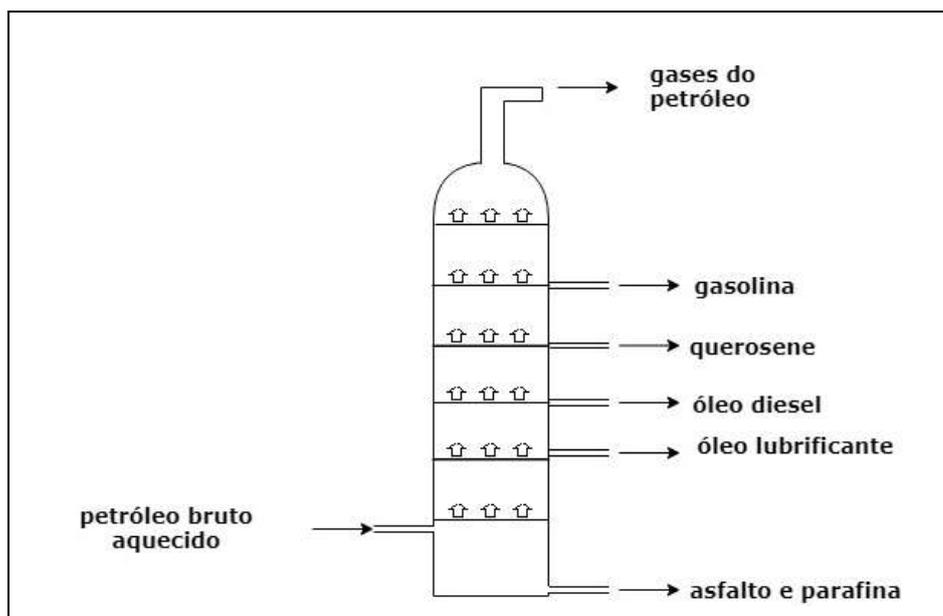
Como a constituição do petróleo pode variar, dependendo do seu tipo e origem, antes de se realizar o refino, o petróleo passa por uma análise laboratorial para planejar adequadamente o processo utilizado para separar as frações desejadas.

Nas refinarias, os processos físicos e químicos mais utilizados para o refino do petróleo são: destilação fracionada, destilação a vácuo, craqueamento térmico ou catalítico e reforma catalítica.

A destilação fracionada é baseada na diferença de temperatura de ebulição das frações.

O petróleo é colocado em um forno, fornalha ou caldeira, e ligado a uma torre de destilação que possui vários níveis, também chamados de pratos ou bandejas. Conforme vai aumentando a altura da torre, a temperatura de cada bandeja vai diminuindo.

O petróleo é aquecido em uma coluna de destilação até a sua ebulição, então os vapores dos compostos vão subindo pela torre. Os hidrocarbonetos com moléculas maiores permanecem líquidos na base da torre. Os mais leves são vaporizados e vão subindo pela coluna até atingirem bandejas de temperaturas menores que o seu ponto de ebulição, quando se condensam e são retirados da coluna. A figura a seguir, apresenta um esquema de uma torre de destilação ou torre de fracionamento de petróleo, com a separação de algumas de suas frações.



Destilação fracionada do petróleo.

As frações que não foram separadas na etapa anterior são colocadas em outro tipo de torre de destilação, onde as frações mais pesadas entram em ebulição em temperaturas mais baixas, pois a pressão utilizada é menor que a pressão atmosférica. Nessa etapa são recolhidas frações, como graxa, parafinas e betume.

A tabela a seguir apresenta os derivados de petróleo, suas características e principais aplicações.

Produto	Faixa de destilação	Principais aplicações
GLP	C <sub>1</sub> a C <sub>4</sub>	Intermediário na manufatura de petroquímicos, combustível industrial ou doméstico, corte de metais, aerossóis.
Nafta ou Gasolina	C <sub>5</sub> a C <sub>10</sub> (140 – 220 °C)	Petroquímica (nafta leve), combustível (nafta média e pesada)
Querosene	C <sub>12</sub> a C <sub>18</sub> (150 – 300 °C)	Abastecimento de aeronaves pesadas, iluminante.
Óleo diesel	C <sub>15</sub> a C <sub>25</sub> (170 – 370 °C)	Abastecimento de veículos pesados, instalações de aquecimento de pequeno porte.
Gasóleo	250 – 550 °C	Combustível na metalurgia e industrial leve.
Óleo combustível	Produto de fundo	Combustível industrial, combustível para navios, veículo para inseticida agrícola.
Asfalto	Produto de fundo	Pavimentação, impermeabilização e pinturas.
Parafinas	Não saem na destilação	Fabricação de fósforos, aditivo na fabricação de pneumáticos e curtumes, indústria de velas, papéis, vinhos, borrachas e produtos químicos.
Vaselinas	Não saem na destilação	Produtos de beleza.

Faixas de destilação do petróleo.

Fonte: [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0115366\\_05\\_cap\\_02.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0115366_05_cap_02.pdf).

Acesso em 12/09/2020

Os combustíveis gás natural veicular (GNV), gasolina, óleo diesel e querosene são os derivados mais importantes do petróleo. Cerca de 30% da atual demanda energética do Brasil é composta por esses combustíveis e gás natural, com o uso maior no setor de transporte. No restante do mundo, eles são responsáveis por mais da metade do suprimento total de energia.

A iluminação de muitos povos do mundo é proveniente do petróleo, e seus subprodutos são utilizados para fabricação de tecidos sintéticos, borracha sintética, sabões, detergentes, tinta, plásticos, medicamentos, inseticidas, fertilizantes, etc.

Após esse tratamento, o petróleo passa por mais uma etapa de separação, o craqueamento térmico ou catalítico. Nesse processo, ocorre a quebra de moléculas longas de hidrocarbonetos de elevada massa molar em outras de cadeias menores e massas molares mais baixas. Assim, a partir de um único composto se obtêm vários compostos de moléculas menores, que possuem diversas aplicações.

Existem dois tipos de craqueamento:

- **Craqueamento térmico:** realizado submetendo-se o petróleo a altas temperaturas e a elevadas pressões.
- **Craqueamento catalítico:** realizado na presença de catalisadores.

Esta etapa é realizada para melhorar o aproveitamento e rendimento do petróleo e possibilitar que as demandas mundiais cada vez maiores sejam devidamente supridas.

Por exemplo, quando há um aumento na demanda de gasolina, pode-se transformar óleo diesel ou querosene em gasolina.

Por exemplo, o  $C_{17}H_{36}$  presente no óleo diesel é transformado em  $C_8H_{16}$  e  $C_9H_{20}$ , que são constituintes da gasolina.

O  $C_{15}H_{32}$  presente no querosene é utilizado para produzir compostos presentes na gasolina,  $C_8H_{16}$  e  $C_7H_{16}$ .

Na reforma catalítica, as moléculas dos derivados do petróleo sofrem uma reestruturação, podendo ocorrer a transformação de hidrocarbonetos de cadeia normal em cadeia ramificada, ou a transformação de hidrocarbonetos de cadeia normal em hidrocarbonetos de cadeia cíclica ou aromáticos.

Outro método utilizado na obtenção de gasolina é a alquilação, que de forma inversa ao craqueamento, combina moléculas menores de substâncias gasosas em moléculas maiores presentes na gasolina.

Nesse processo, gases presentes no petróleo, como  $C_4H_8$  e  $C_4H_{10}$  são transformados em  $C_8H_{18}$ , um constituinte da gasolina, em reação catalisada por ácido fluorídrico (HF) ou ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

## **Combustíveis derivados do petróleo utilizados no Brasil**

Até a década de 80, os postos ofereciam três tipos de combustível: a gasolina comum, a gasolina azul e o diesel. Sendo que a gasolina azul não era a mesma usada para o abastecimento de aeronaves e sim um combustível aditivado com o chumbo tetraetila, substância poluente que foi eliminada da gasolina a partir de 1991.

Com a evolução tecnológica, uma série de combustíveis para residências, caminhões, motocicletas e automóveis foi desenvolvida para o consumidor.

- **Tipos de gasolina (apresenta 5 a 10 átomos de carbono por molécula)**

A **gasolina comum**, também conhecida como gasolina C, é a mais consumida no Brasil. Ela é uma mistura de gasolina pura com etanol anidro e apresenta composição percentual, em volume, de 73% e 27%, respectivamente. Essa não recebe nenhum aditivo, apresenta coloração que vai de transparente a amarelada e apresenta índice mínimo de octanagem de 87 IAD (índice antidetonante).

O vídeo a seguir, elaborado pela Petrobrás, explica com detalhes a octanagem da gasolina e o funcionamento do motor de um automóvel:

<https://www.youtube.com/watch?v=HA6R6GrK05c>

A **gasolina aditivada** é também uma mistura de gasolina pura com etanol anidro e apresenta composição percentual, em volume, de 73% e 27%, respectivamente. Porém, ela apresenta em sua composição detergentes e dispersantes que promovem a limpeza do motor e de bicos injetores. Na aditivada é adicionado corante, para que o consumidor perceba a diferença entre essa e a comum.

A **gasolina premium** é também uma mistura de gasolina pura com etanol anidro, porém com composição percentual, em volume, de 75% e 25%, respectivamente, ou seja, com menos etanol. Essa gasolina também é aditivada, porém apresenta uma gasolina aditivada que tem octanagem de 95 IAD.

- **Diesel (apresenta 14 a 20 átomos de carbono por molécula)**

Representa uma mistura homogênea de diesel puro, obtido das refinarias, com o biodiesel, que é obtido a partir de gorduras vegetais ou animais. Essa mistura apresenta composição percentual, em volume, de 93% e 7%, respectivamente. Existe também a versão aditivada.

- **Gás natural veicular (GNV) (apresenta 1 átomo de carbono por molécula)**

Apresenta o metano ( $\text{CH}_4$ ) como gás predominante. O gás natural possui uma aplicação mais favorável, em virtude de seu baixo poder poluente. No estado do Rio de Janeiro, por exemplo, para estimular o consumo, o imposto sobre propriedades de veículos automotores (IPVA) do carro a gás é 62,5% mais barato que o carro flex ou gasolina.

O gás encanado usado em apartamentos nas grandes cidades é composto também pelo metano.

- **Querosene (apresenta 10 a 16 átomos de carbono por molécula)**

A diferença entre os diferentes querosenes se dá principalmente em relação ao ponto de congelamento e ao ponto de combustão (fulgor) devido as adequações do produto às questões de segurança e necessidades específicas.

O querosene de aviação contém de 11 a 12 átomos de carbono por molécula e é usado em aviões e helicópteros dotados de motores movidos a turbina.

- **Gás liquefeito do petróleo (GLP) (apresenta de 3 a 4 átomos de carbono por molécula).**

Composto principalmente pelo propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) e butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), esse é o gás vendido em botijões para uso doméstico.

## **Impactos ambientais causados pelo petróleo**

O primeiro problema a ser considerado com relação ao uso de combustíveis provenientes do petróleo é que eles são fontes esgotáveis de energia, já que não são regenerados após serem consumidos.

Outra preocupação é com a produção de fumaça e subprodutos gasosos que atuam como poluentes atmosféricos. Algumas dessas substâncias já existem no ar, porém com as quantidades maiores passam a representar riscos.

A queima desses combustíveis fósseis pode produzir gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), quando a combustão é completa, monóxido de carbono (CO), um gás invisível e altamente tóxico, quando a combustão é incompleta, e outros compostos orgânicos. Se a combustão for ainda menos eficiente, haverá formação de fuligem, gerada por outros compostos orgânicos não queimados, como aldeídos e fenóis.

O gás carbônico em excesso é o principal responsável pelo chamado aumento do efeito estufa. Esta substância deixa passar a radiação solar ultravioleta de fora pra dentro, mas não permite que a radiação infravermelha refletida passe de dentro pra fora. O calor envolvido com esta radiação acaba sendo acumulado em maior intensidade. As principais consequências deste efeito são: o aumento da temperatura global, mudanças climáticas, derretimento das calotas polares e aumento do nível dos oceanos, o que provoca inundações.

Os combustíveis podem conter em suas composições outros elementos, tais como nitrogênio e enxofre, envolvidos com problemas de poluição do ar.

A queima dos combustíveis produz óxidos de nitrogênio, que irritam as mucosas e os pulmões e nos organismos transformam-se em substâncias cancerígenas.

O petróleo e o carvão fóssil possuem enxofre (S) e suas queimas formam óxidos deste elemento ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ), que combinados com o vapor d'água, produzem ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que é forte. Esta substância é bastante corrosiva, degrada solos e, em contato com os rios, causa mortandade de peixes, prejudica o abastecimento de água potável, provocando sérios problemas para a flora e a fauna.

A chuva considerada normal é levemente ácida, pois possui pH entre 5 e 6, devido à combinação da água com o  $\text{CO}_2$  existente na atmosfera. No entanto, a presença de outras substâncias ácidas poluentes faz com que este pH seja menor causando vários prejuízos, e a chuva passa a ser denominada “chuva ácida”. Algumas dessas substâncias são derivadas de enxofre e nitrogênio, subprodutos da queima de combustíveis fósseis. São geralmente o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) monóxido de nitrogênio ( $\text{NO}$ ) e dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).

Parte destes poluentes se deposita no solo, antes de ser absorvida pela umidade do ar. Formam-se depósitos que, mais tarde, se combinam com a água, transformando-se em ácidos. O resto permanece no ar por algum tempo e pode ser transportada pelo ar em longas distâncias. Assim, combinam-se com o vapor d’água formando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), que irão formar a chuva ácida.

Quando a chuva ácida cai em solos alcalinos, a acidez é neutralizada, minimizando os problemas gerados. Contudo, em solos não alcalinos, a chuva ácida o torna o solo ainda mais ácido, o que traz consequências ruins para os seres presentes.

A chuva ácida também contamina rios e lagos comprometendo a vida marinha e toda a cadeia alimentar.

No Brasil já há iniciativas isoladas que visam minimizar os efeitos nocivos da extração e uso dos derivados do petróleo. Há estudos envolvendo o desenvolvimento de tecnologias para a utilização de fontes de alternativas de energia tais como o gás natural, o biodiesel, o vento, o sol, etc.

# UNIDADE 4

## QUÍMICA DOS PLÁSTICOS

## História dos plásticos

Devido às necessidades de sobrevivência, inúmeras foram as descobertas e criações científico-tecnológicas feitas pelo homem, que até hoje contribuem para o conforto de vida em sociedade. Tal mudança se deve em grande parte ao uso de materiais disponíveis na natureza, tanto que são cronologicamente registradas, como por exemplo, as idades da Pedra, do Bronze e do Ferro.

As pedras, madeiras, folhas de árvores foram os primeiros materiais utilizados pelo homem na fabricação de instrumentos para proteção e para as demandas do dia a dia. No entanto, esses materiais eram encontrados prontos na natureza e com o passar do tempo, os homens transformaram-nos, produzindo materiais artificiais como vidro, cerâmica, papel, concreto, borracha etc.

O que determina o emprego ou não de um material é a sua propriedade, além da relação custo/benefício, durabilidade, estética, etc. Para atender tais necessidades da sociedade moderna, iniciou-se o desenvolvimento de novos tipos de materiais, denominados plásticos.

A palavra **plástico** tem origem no grego “*plastikós*”, cujo significado é material moldável. No vocabulário químico, o plástico é definido como material cujo principal constituinte é um polímero (moléculas muito grandes formadas pela união de muitas moléculas menores), que pode ser orgânico ou sintético, sólido como produto acabado, mas que foi fluido em alguma etapa de sua produção. Este tipo de material é adequado à moldagem por calor e pressão.

O plástico pode substituir matérias primas como chifre de elefante (marfim), cascos de tartarugas, madeiras, couro, entre outros, para a fabricação de objetos importantes para o dia a dia.

A história dos plásticos começou em 1833, quando o francês Henri Braconnot reagiu uma mistura de amido, serragem e algodão com ácido nítrico. Depois dissolveu o material obtido em solventes provenientes da destilação seca da madeira, obtendo um composto denominado nitrocelulose, que podia ser moldado.

Em 1839, Charles Goodyear (nome que tem relação com aquela marca famosa de pneus) conseguiu desenvolver o processo de melhoramento da borracha natural tornando possível o seu uso mais apropriado em aplicações onde a sua elasticidade fosse importante. Tal processo foi denominado de vulcanização da borracha, e consistiu na adição de enxofre à borracha natural, tornando-a mais resistente ao calor e mais elástica.

Em 1862, o inglês Alexander Parkes criou a parkesina, material considerado como o primeiro plástico. Ela foi obtida a partir do tratamento do algodão com ácido nítrico, ácido sulfúrico e óleo de rícino. O custo da produção desse novo material era alto e, portanto, a parkesina não obteve sucesso comercial.

Em 1870, o americano John Wesley Hyatt produziu um material plástico conhecido como celuloide (xilonita ou marfim artificial), desenvolvido para substituir o marfim, que era obtido das presas e dentes de elefantes. Hyatt produziu o novo material substituindo o óleo de rícino da parkesina, pela cânfora, produzindo assim a celuloide. Tal material era mais barato que o marfim, e passou a ser utilizado na construção de objetos tais como bolas de bilhar, teclas de piano, escovas de dentes, filmes fotográficos, etc. Posteriormente, no século XX, a celulose foi transformada em fibras têxteis através do processo viscose.

Em 1907, um químico belga Leo Hendrik Baekeland produziu a baquelite, uma massa branca que tinha como característica ser um isolante elétrico, sendo utilizada na fabricação de interruptores e gabinetes de rádio. Além disso, durante a Segunda Guerra Mundial, a baquelite foi utilizada nos EUA na fabricação de moedas, pois os metais eram utilizados na guerra.

Outras substâncias sintéticas foram obtidas e em 1920, o químico alemão Hermann Staudinger propôs que várias substâncias sintéticas e naturais eram formadas por macromoléculas com cadeias longas, o que, inicialmente, não foi bem aceito pela comunidade científica. Diversos resultados experimentais comprovaram suas ideias e, em 1953, ele recebeu o Prêmio Nobel de Química devido aos seus trabalhos envolvendo a Química de macromoléculas.

O poliestireno foi produzido pela primeira vez na Alemanha, por volta de 1930 e teve sua produção em larga escala iniciada em 1932. É um plástico derivado do petróleo e utilizado como isolante térmico e elétrico.

Em 1937 a Du Pont produziu e patenteou a primeira fibra têxtil sintética, o *nylon* (náilon), uma poliamida. Segundo historiadores, o nome *nylon* seria a soma de *New York* (Nova Iorque) e *London* (Londres) por ter sido desenvolvida nos dois laboratórios, o americano e o inglês. Com esta fibra, fabricam-se velcros, meias femininas, roupas íntimas, roupas esportivas etc. Além disso, em 1940 o náilon passou a ser utilizado na fabricação de paraquedas.

A partir de 1945, os materiais plásticos passaram a fazer parte do cotidiano das pessoas, independentemente de condição social. O desenvolvimento tecnológico acelerado, principalmente nos últimos 50 anos, tem levado à população menos favorecida o acesso a bens de consumo que antes era exclusivo das elites econômicas. Tal fato ocorreu devido à produção em larga escala dos materiais plásticos.

A grande versatilidade e custo reduzido de produção dos plásticos fez com que seu uso fosse disseminado por diversas áreas. São utilizados em embalagens, na fabricação de objetos, utensílios domésticos, brinquedos, revestimentos, etc.

O conceito e a utilidade dos objetos que o homem estava acostumado sofreram mudanças. O plástico traz a ideia do que é versátil, numeroso e faz

parte do dia a dia de toda a sociedade. Sendo assim, podemos dizer que estamos na Era do Plástico.



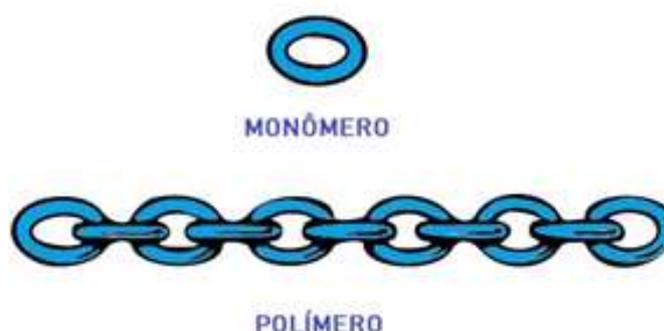
Lidiane Almeida

Objetos do cotidiano feitos de plástico.

De posse do conhecimento da existência dessa classe de materiais, foram realizados estudos sobre a estrutura, propriedades e técnicas para sua identificação e caracterização. Os plásticos são polímeros, macromoléculas formadas por unidades menores chamadas de monômeros, que podem ser iguais ou diferentes. A ciência de polímeros, uma área bem nova, quando comparada à ciência de outros materiais como metais e cerâmicas. Muitas coisas já foram descobertas, mas ainda há muito a ser desvendado.

## Polímeros

A palavra **polímero** tem origem grega: “*poli*” que significa muitas e “*mero*” partes. E, portanto, os polímeros são moléculas muito grandes formadas pela união de muitas moléculas menores iguais ou diferentes, denominadas monômeros. Simbolicamente podemos imaginar o monômero como sendo o elo de uma corrente, e o polímero como sendo a corrente.



Lidiane Almeida

Representação do monômero e polímero.

O termo “polímero” foi criado pelo pesquisador J. Berzelius em 1832, famoso no estudo de Química Orgânica, ao sintetizar as primeiras moléculas orgânicas sintéticas. Ele chamou as moléculas de “isoméricas” e explicou que as moléculas de buteno, possuindo 4 átomos de carbono e 8 átomos de hidrogênio, seriam o estado polimérico das moléculas de eteno (ou etileno). Assim, o termo polímero foi utilizado para representar as moléculas de buteno como sendo constituídas de muitas (poli) unidades (meros) de etileno. Vale a pena ressaltar que nesta época não se conhecia o conceito de macromoléculas, que só veio a ser estabelecido em meados do século XX através de Hermann Staudinger.

O eteno, proveniente do petróleo ou do álcool de cana-de-açúcar, possibilita a síntese de um plástico com muitas aplicações, o polietileno, que é utilizado em embalagem, brinquedos, canetas, utensílios domésticos, etc.



Reação de síntese do polietileno.



Lidiane Almeida

Objetos produzidos a partir do polietileno.

Muitos polímeros são naturais, ou seja, são produzidos pelo metabolismo de seres vivos, por exemplo, o DNA, o cabelo, as unhas, etc. O homem sempre usou polímeros, como por exemplo o amido, a celulose e a seda, entre outros, que são polímeros naturais. Aproximadamente 18% do nosso organismo é constituído por polímeros naturais denominados proteínas.

Os polímeros artificiais são aqueles submetidos ao processo de modificação química, como por exemplo a celuloide, obtida a partir da celulose. A partir da primeira metade do século XX, o alemão Hermann Staudinger descobriu o processo de polimerização e a síntese de polímeros deixou de ser apenas um fenômeno natural. A partir daí, o estudo dos polímeros naturais e dos sintéticos desenvolveu-se rapidamente.

Todos os plásticos são polímeros, mas nem todos os polímeros são considerados plásticos. Em geral, os materiais poliméricos são divididos em três categorias: **plásticos**, **fibras** e **elastômeros**.



Lidiane Almeida

Categorias de polímeros: A - plástico; B – fibra; C - elastômero.

## Plásticos

Os polímeros artificiais facilmente moldáveis são denominados **plásticos**. Alguns plásticos, como os dos cabos de panelas, são maleáveis apenas durante a fabricação de um objeto, momento em que devem ser moldados. Eles não são remodelados facilmente após prontos, sendo conhecidos como plásticos **termorrígidos** ou **termofixos**. Já os outros plásticos, que são a maioria, são conhecidos como **termoplásticos** e podem ser remodelados quando aquecidos, por exemplo os plásticos usados na fabricação de utensílios domésticos, brinquedos e embalagens.

A formação de um polímero é favorecida pelo fato de o átomo de carbono, componente principal, ter a propriedade de se ligar a outros átomos de carbono formando longas cadeias carbônicas. O silício é um elemento da mesma família do carbono na tabela periódica e também forma polímeros. Dependendo do monômero utilizado na reação de polimerização, podem-se produzir diversos tipos de plásticos. Assim, adapta-se o plástico de acordo com a sua necessidade e forma de uso.

A aparência e as propriedades de um plástico podem ser modificadas alterando-se as condições em que ocorrem as reações de polimerização. O polietileno de alta densidade (PEAD) é um sólido compacto de elevada resistência, em que um número muito grande (em torno de 100 mil) de moléculas do monômero se unem por ligações muito fortes. Este plástico faz parte do tubo externo de canetas esferográficas, embalagens de materiais de limpeza e de higiene. Já o polietileno de baixa densidade (PEBD) é mais flexível, pois é formado por um número bem menor (cerca de 500) de moléculas ramificadas que não se unem tão fortemente. Este tipo de plástico está presente em sacos de lixo, sacolas de supermercado, tampinhas de garrafa, etc.

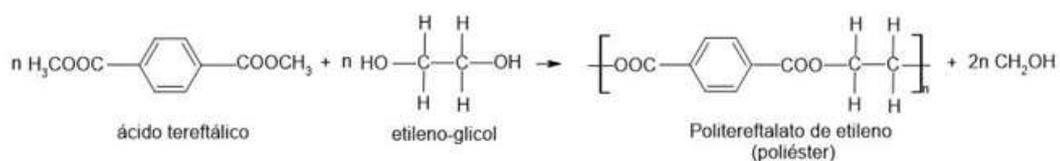
Outro plástico conhecido é o policarbonato, originado a partir da polimerização do bisfenol A. Ele é transparente e resistente, assemelha-se ao vidro, sendo mais resistente a impacto. É utilizado em janelas de segurança e lentes de óculos.

## Fibras

As **fibras**, uma outra categoria de polímeros, são materiais formados por moléculas de razão elevada entre o comprimento e as dimensões laterais, ou seja, são longas, finas que se alinham paralelamente através de estiramento no eixo longitudinal. As moléculas são mantidas nessa posição graças às forças intermoleculares.

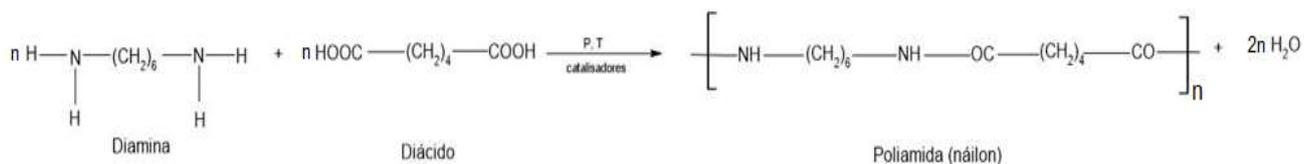
As fibras são usadas principalmente em materiais de vestuário. Durante muitos séculos a sociedade só usou tecidos de fibras naturais, como o algodão, o linho, a lã, a seda. No entanto, com o desenvolvimento de polímeros sintéticos que produzem fibras ocorreu uma revolução no setor têxtil. O avanço das pesquisas na área das fibras poliméricas trouxe o fim da dependência da produção agrícola. Além disso, houve a popularização de vestuários, que antes eram disponíveis apenas para uma pequena parcela da população. As fibras sintéticas contribuíram para aumentar a diversidade dos vestuários e para atender às diferentes exigências.

Os poliésteres são polímeros obtidos a partir da reação de poliácidos com poliálcoois. O poliéster mais usado na indústria têxtil é o politereftalato de etileno, obtido a partir da reação do ácido tereftálico com o etileno-glicol. Esse poliéster é conhecido como terilene ou dácron e é usado como fibra têxtil com diferentes proporções de lã, algodão e seda, produzindo um material conhecido como tergal.



Reação de polimerização para obtenção do poliéster.

As poliamidas, conhecidas como náilons, são obtidas pela reação de polimerização de diaminas com ácidos dicarboxílicos.



Reação de polimerização para obtenção do náilon.

O náilon pode ser moldado para confecção de peças de máquinas ou transformadas em fios para a fabricação de cordas, tecidos, linhas de pesca, etc.



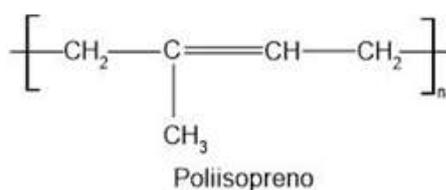
Aplicação dos fios de náilon.

Fonte: [www.canva.com](http://www.canva.com)

## Elastômeros

Os **elastômeros** são uma classe de polímeros que exibem elasticidade em longa faixa, à temperatura ambiente. Ao se retirar o esforço, o material volta ao formato original. Essa categoria engloba as borrachas naturais e sintéticas.

A borracha natural, o poliisopreno, é considerada um elastômero, pois apesar de poder ser modelada como os plásticos, é um polímero de elevada elasticidade.



Fórmula estrutural do constituinte da borracha natural – poliisopreno.

A borracha natural é produzida no Brasil a partir do látex da seringueira ou de outros vegetais, sendo índice “n”, da ordem de 5.000. O látex da seringueira é uma emulsão de 35% de poliisopreno. A borracha natural é um material mole que em contato com o gás oxigênio do ar se altera, ficando “melado”. Com a adição de enxofre à borracha natural, seguido de aquecimento, obtém-se um material mais rígido e resistente. Esse processo é denominado **vulcanização** e o enxofre adicionado promove a quebra das ligações duplas e liga a molécula do poliisopreno às suas vizinhas, transformando a borracha em uma estrutura tridimensional e com isso o material se torna mais resistente.

A borracha natural é empregada na produção de pneus, de preservativos, componentes para calçados, luvas, etc.

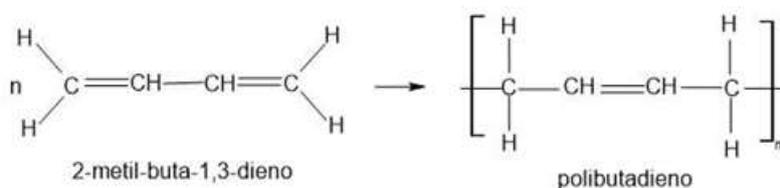


Aplicações da borracha natural.

Fonte: [www.canva.com](http://www.canva.com)

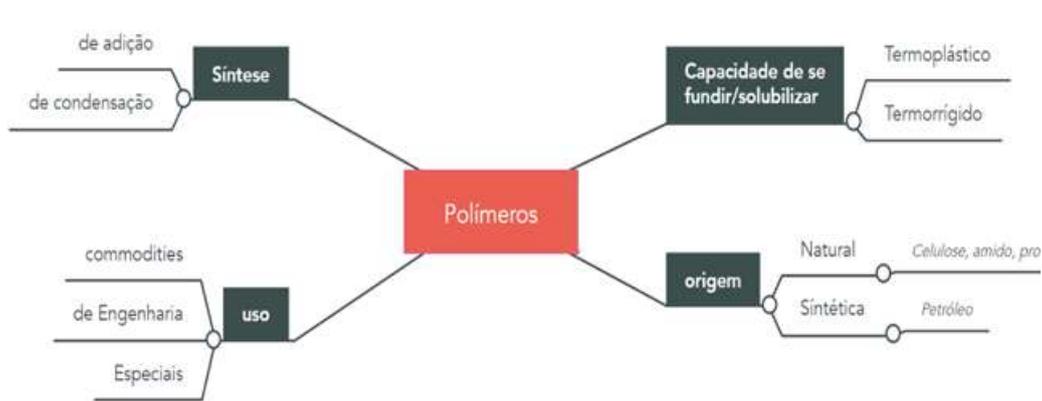
Durante a Primeira Guerra Mundial as indústrias petroquímicas tiveram um grande impulso devido aos diversos países que passaram a substituir as matérias-primas importadas por materiais sintéticos. A borracha natural tinha o Brasil como o principal exportador, mas atualmente o País produz apenas cerca de 1% da borracha comercializada no mundo, que tem como destino a produção de pneus.

A borracha sintética, o polibutadieno, substituiu com sucesso a borracha natural na fabricação de pneus e câmaras de ar. O polibutadieno é um polímero obtido a partir da polimerização do 2-metil-buta-1,3-dieno.



Reação de polimerização para obtenção da borracha sintética polibutadieno.

Algumas classificações dos polímeros, por exemplo quanto a sua origem e síntese são mostradas de um modo resumido, no esquema a seguir.



Suellem Cordeiro

Principais classificações dos polímeros.

A humanidade tornou-se dependente da utilização de materiais poliméricos, como o náilon, policloreto de vinila, poliéster, polietileno, poli(álcool vinílico), etc. Tanto os polímeros naturais quanto os sintéticos são utilizados em diversos ramos industriais e atividades humanas.

A próxima tabela apresenta exemplos de materiais poliméricos importantes do nosso cotidiano e algumas de suas aplicações.

Polímero	Aplicações
Poliétileno	Preparado a partir da polimerização do eteno, que pode ser obtido do petróleo. É utilizado em brinquedos, baldes, garrafas, sacos e sacolas.
Polipropileno	Produzido a partir da polimerização do propeno, obtido do petróleo. É utilizado em cadeiras, poltronas, para-choques e tapetes de automóveis.
Policloreto de vinila (PVC)	É produzido a partir do eteno, em presença dos gases cloro e oxigênio. Muito utilizado em tubos para encanamentos hidráulicos, isolantes elétricos, pisos plásticos, garrafas plásticas.
Poliestireno	O poliestireno é preparado pela polimerização do estireno (vinil benzeno) que é obtido a partir do benzeno e do eteno provenientes do petróleo. Utilizado em brinquedos, copos descartáveis, cartões de banco, pentes, utensílios de cozinha. Se preparado na forma de isopor, é um isolante térmico e elétrico. Nesse caso é utilizado para fabricar embalagens e boias.
Politetrafluoretileno (Teflon)	Polímero de cor branca e inerte quimicamente. É utilizado como revestimento interno de panelas e frigideiras, veda-rosca utilizado por encanadores, e em válvulas cardíacas artificiais.
Poliéster	Utilizado em tecidos, laminados finos para embalagens de alimentos. O PET (polietileno tereftalato) é um tipo de poliéster utilizado em garrafas para acondicionar bebidas.
Náilon	Ao ser produzido substituiu o uso da seda. É utilizado em tecidos, rodas dentadas de engrenagens, peças de maquinaria em geral, cordas, escovas.
Baquelite (fórmica)	É um isolante elétrico, sendo aplicado em revestimento de móveis (fórmica) e material elétrico (tomada e interruptores).
Poliuretano	O poliuretano está presente em colchões e travesseiros (poliuretano esponjoso), isolante térmico e acústico, poliuretano rígido das rodas dos carrinhos de supermercados. Espumas rígidas ou esponjosas são chamadas de poliuretanas.
Silicone	Possui o silício como elemento principal. É empregado em adesivos, vedantes, solados para botas de astronautas, isolantes elétricos, equipamentos médicos, órgãos artificiais para o corpo humano.
Polycarbonato	Plástico resistente e transparente semelhante ao vidro. É utilizado para fabricar “vidro à prova de balas”, visores de capacetes de astronautas, CD’s e DVD’s.
Borracha natural (poli-isopreno)	Obtida pela polimerização do isopreno, presente no látex extraído das seringueiras. É utilizado para fabricar pneus, câmaras de ar, objetos de borracha em geral.

Alguns polímeros e suas aplicações.

Dentre os polímeros com características especiais, destacamos os polímeros condutores e os biopolímeros os quais serão abordados nos tópicos seguintes.

## Polímeros condutores

A ideia de associar propriedades semelhantes dos metais aos polímeros ocorreu por volta dos anos 50, pela incorporação de cargas condutoras (negro de fumo, fibras metálicas ou fibra de carbono) a estes, produzindo os chamados “polímeros condutores extrínsecos” (pois a propriedade é advinda de um material em menor quantidade, diferente da matriz polimérica). Atualmente existem os “polímeros condutores intrínsecos”, que conduzem corrente elétrica sem a incorporação de cargas condutoras.

No início da década de 1970, foram preparados polímeros capazes de conduzir corrente elétrica. Eles foram produzidos a partir de uma descoberta acidental no laboratório de Hideki Shirakawa do Instituto de Tecnologia de Tóquio. Um aluno de Shirakawa utilizou uma quantidade de catalisador 1000 vezes maior que a necessária ao tentar sintetizar o poliacetileno. Ao invés de obter um esperado pó preto, ele produziu um filme prateado semelhante a uma folha de alumínio. Após tratamentos químicos, o material obtido apresentou uma condutividade elétrica semelhante à do cobre metálico em condições ambientes. A partir de então, outros polímeros condutores foram preparados.

Outro polímero bastante importante nessa classe é a polianilina (PAni), pois apresenta elevada estabilidade química em condições ambientes, facilidade de síntese, baixo custo, dentre outros. Essas vantagens viabilizam aplicações tecnológicas.

Tais polímeros são conhecidos como “metais sintéticos”, pois possuem propriedades elétricas, magnéticas e ópticas semelhantes às de metais e semicondutores.

Uma característica desses polímeros que explica sua condutividade elétrica é o fato deles possuírem ligações duplas alternadas em sua estrutura o que cria um movimento de elétrons deslocalizados na cadeia. No entanto, para que a condução possa existir é necessário que elétrons sejam removidos (ou adicionados) por meio de processos que denominamos de dopagem, no qual existem espaços vazios (vacância) para esta movimentação eletrônica denominada condutividade elétrica.

## Problemas ambientais

A grande quantidade de materiais fabricados a partir de polímeros sintéticos trouxe problemas gerados pelo enorme volume de lixo produzido diariamente por materiais poliméricos descartáveis, e pelo fato desse lixo não ser biodegradável, pode levar centenas de anos para se decompor.

Os plásticos têm enorme participação do cotidiano dos consumidores. São inúmeras as vantagens do uso de plásticos, comparados a materiais consagrados pelos seres humanos, como o vidro e as ligas metálicas. Dentre eles, podem ser citadas características importantes como leveza (podemos transportar por exemplo, embalagens com menor gasto de energia) e toxicidade baixa ou nula que nos é imprescindível nos materiais biomédicos. Além disso, vale ressaltar que sua durabilidade os torna resistentes aos diversos tipos de degradação, o que leva a consequências negativas para o meio ambiente, uma vez que o consumo exagerado e o descarte inadequado destes materiais têm provocado seu acúmulo na natureza. Outros problemas causados pelos plásticos ocorrem pelo fato de eles terem como matéria-prima o petróleo, uma fonte não renovável, consumirem grande quantidade de energia na sua produção, e gerarem efluentes e gases tóxicos que são lançados no ambiente.

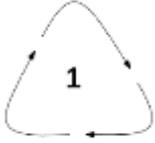
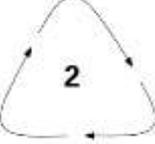
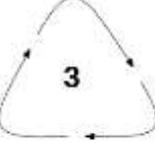
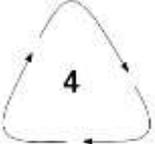
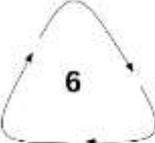
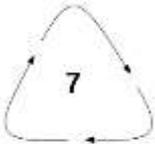
Apesar de os plásticos gerarem diversos problemas, deixar de utilizá-los não parece ser uma alternativa viável para a sociedade, então deve-se minimizar os prejuízos com consumo consciente e reciclagem de materiais.

A dificuldade na reciclagem dos plásticos está na sua identificação, pois pode haver dois materiais poliméricos de mesmo aspecto visual, mas formados por moléculas diferentes.

Plásticos diferentes são constituídos por polímeros diferentes, logo eles não possuem as mesmas propriedades. Tal fato faz com que a reciclagem de tais materiais envolva a sua separação de acordo com o tipo de polímero. Para facilitar o processo, os objetos são classificados e marcados de acordo com os plásticos que os constituem. Essa classificação indica o tipo de material empregado na confecção de tal artefato.

Em 1988 a Sociedade das Indústrias de Plásticos (*Society of Plastics Industry, Inc.* (SPI)) introduziu um sistema de identificação para facilitar a recuperação dos recipientes plásticos descartados. Tal identificação é colocada na base do recipiente ou no verso da embalagem do produto.

Os símbolos de identificação dos plásticos predominantes do mercado segundo a norma ABNT NBR 13230 estão na tabela a seguir.

Código	Polímero
 <b>PET</b>	PET - polietilenotereftalato
 <b>PEAD</b>	PEAD – polietileno de alta densidade
 <b>PVC</b>	PVC – policloreto de vinila
 <b>PEBD</b>	PEBD – polietileno de baixa densidade
 <b>PP</b>	PP – polipropileno
 <b>PS</b>	PS - poliestireno
 <b>Outros</b>	Outros

Símbolos utilizados para identificação de plásticos.

## Plásticos biodegradáveis

Os **plásticos biodegradáveis** ou **bioplásticos** são derivados de matérias-primas de fontes renováveis, tais como celulose, amido, etc. Estes plásticos têm a vantagem de serem decompostos por microrganismos presentes no solo, ao contrário do que ocorre com aqueles fabricados a partir de frações do petróleo, que permanecem muitos e muitos anos sem sofrerem degradação.

Você deve estar se perguntando: se tais biopolímeros são tão bons e resolvem a questão ambiental, porque não se adere de uma vez a seu uso, deixando de lado os convencionais? Então, o Brasil até tem se destacado em pesquisas sobre produção de plásticos biodegradáveis, mas o custo de produção para obter materiais com propriedades mecânicas desejáveis ainda gera um preço não competitivo.

Um tipo de plástico não biodegradável, mas que é classificado como bioplástico ou biopolímero é o denominado plástico verde ou polietileno verde proveniente do etanol da cana-de-açúcar. Trata-se de um plástico semelhante ao polietileno, com a vantagem de ser produzido a partir da cana-de-açúcar e não do petróleo.

O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar é desidratado para se obter o eteno (etileno) que então é transformado em polietileno. O plástico verde tem sido utilizado em fraldas descartáveis, brinquedos, tanques de combustível, recipientes para iogurtes, leite, xampu, detergentes, sacolas de supermercado, etc.



Lidiane Almeida

Sacola de supermercado feita de polietileno verde.

Como já foi dito, o plástico verde não é biodegradável, mas tem a vantagem de ser totalmente reciclável e sua matéria-prima ser renovável.

Além das pesquisas sobre a produção de plásticos biodegradáveis, outras pesquisas têm sido desenvolvidas para a produção de polímero reativos na presença de luz. Tais materiais são denominados polímeros fotodegradáveis e podem ser empregados na produção de plásticos fotodegradáveis e em materiais biomédicos. Para que um material seja fotodegradável, adiciona-se um cromóforo à cadeia polimérica, o que a torna sensível à luz UV, provocando a quebra das ligações químicas presentes, causando a sua degradação.

# UNIDADE 5

## QUÍMICA DOS METAIS

# Conhecendo os metais

Os metais são os elementos químicos destacados com a cor amarela na tabela periódica a seguir:

## CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1																	18
Hidrogênio 1 H 1,0																	Hélio 2 He 4,0
3	2															10	
Lítio 3 Li 7,0	Bérblio 4 Be 9,0															Neônio 10 Ne 20,0	
11	12															18	
Sódio 11 Na 23,0	Magnésio 12 Mg 24,3															Argônio 18 Ar 39,9	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Potássio 19 K 39,1	Calcio 20 Ca 40,0	Escândio 21 Sc 45,0	Títio 22 Ti 47,9	Vanádio 23 V 50,9	Cromo 24 Cr 52,0	Manganês 25 Mn 54,9	Ferro 26 Fe 55,8	Cobalto 27 Co 58,9	Níquel 28 Ni 58,7	Cobre 29 Cu 63,5	Zinco 30 Zn 65,4	Gálio 31 Ga 69,7	Germanio 32 Ge 72,6	Ársênio 33 As 74,9	Selênio 34 Se 79,0	Bromo 35 Br 79,9	Kriptônio 36 Kr 83,8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rúbio 37 Rb 85,5	Estroônio 38 Sr 87,6	Ítrio 39 Y 88,9	Zircônio 40 Zr 91,2	Níbio 41 Nb 92,9	Molibdênio 42 Mo 95,9	Técnetio 43 Tc (99)	Rúteno 44 Ru 101,0	Ródio 45 Rh 102,9	Paládio 46 Pd 106,4	Prata 47 Ag 107,9	Cádmio 48 Cd 112,4	Índio 49 In 114,8	Estanho 50 Sn 118,7	Antimônio 51 Sb 121,6	Telúrio 52 Te 127,6	Iodo 53 I 127,0	Xenônio 54 Xe 131,3
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Césio 55 Cs 132,9	Bário 56 Ba 137,3	Série dos Lantanídeos 57-71	Háfnio 72 Hf 178,5	Tântalo 73 Ta 180,9	Tungstênio 74 W 183,9	Rênio 75 Re 186,2	Osmio 76 Os 190,2	Írrio 77 Ir 192,2	Platina 78 Pt 195,1	Ouro 79 Au 197,0	Mercurio 80 Hg 200,6	Tálio 81 Tl 204,4	Chumbo 82 Pb 207,0	Bismuto 83 Bi 209,0	Polônio 84 Po (210)	Astato 85 At (210)	Rádium 86 Ra (226)
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Frâncio 87 Fr (223)	Rádio 88 Ra (226)	Série dos Actinídeos 89-103	Rutherfordio 104 Rf (261)	Dubnio 105 Db (262)	Seabórgio 106 Sg (263)	Bóhrio 107 Bh (264)	Háscio 108 Hs (265)	Mitânio 109 Mt (266)	Darmstádio 110 Ds (269)	Roentgênio 111 Rg (272)	Copernício 112 Cn (285)	Nihônio 113 Nh (286)	Fluorvício 114 Fl (289)	Moscúvio 115 Mc (288)	Livermório 116 Lv (292)	Tennesso 117 Ts (294)	Oganessônio 118 Og (294)

Marcelo Pinheiro

Nome do Elemento	Número Atômico	Eletronegatividade
SÍMBOLO		
Massa Atômica Aproximada		

### SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Lantânio 57 La 138,9	Céio 58 Ce 140,1	Praseodímio 59 Pr 140,9	Neodímio 60 Nd 144,2	Proméio 61 Pm (147)	Samarco 62 Sm 150,4	Európio 63 Eu 152,0	Gádoínio 64 Gd 157,3	Térbio 65 Tb 158,9	Díprodoio 66 Dy 162,5	Hólmio 67 Ho 164,9	Érbio 68 Er 167,3	Túlio 69 Tm 168,9	Ítrio 70 Yb 173,0	Lutécio 71 Lu 174,9

### SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Actínio 89 Ac (227)	Tório 90 Th 232,0	Protactínio 91 Pa (231)	Urânio 92 U 238,0	Neptúnio 93 Np (237)	Plutônio 94 Pu (242)	Amérvico 95 Am (243)	Cúrio 96 Cm (247)	Bérvico 97 Bk (247)	Califórnia 98 Cf (251)	Erfânio 99 Es (254)	Fermio 100 Fm (253)	Mendelevio 101 Md (256)	Nobélio 102 No (253)	Laurêncio 103 Lr (257)

Ordem Crescente de Energia dos Subníveis : 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p

Na pré-história, o primeiro metal descoberto foi o cobre, no Oriente Médio. E a partir deste, depois de se descobrir outros metais, foi possível desenvolver ferramentas mais eficientes que as feitas de pedra. Além disso, o uso do metal favoreceu a fabricação da roda.

Hoje em dia, eles são encontrados em diversos objetos em nossa casa, especialmente na cozinha e como objeto de arte, móveis em outros cômodos. Ainda podemos perceber sua contribuição nos automóveis e medicina.

São, comumente sólidos, opacos (não deixam passar luz), conduzem bem a eletricidade e o calor, possuindo um brilho especial chamado de metálico.

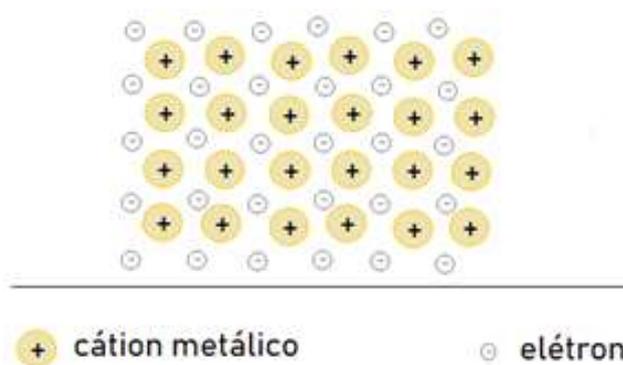
Quando aquecidos, podem ser moldados em várias formas, desde fios (dúcteis) até chapas e barras (maleáveis). Os metais podem ser encontrados, em geral, misturados no solo e nas rochas, nos chamados de minérios.

Para melhorar sua vida, o homem utiliza materiais que podem ser extraídos diretamente da natureza ou fabricados por ele a partir de outros materiais. Isso ocorre, por exemplo, com os metais, extraídos de minerais, que constituem rochas e solos.

Os materiais metálicos podem ser formados por um ou mais metais e conter também elementos químicos não metálicos como oxigênio, carbono e nitrogênio que, em função de sua estrutura cristalina, apresentam, geralmente, boa resistência mecânica.

## Ligação Metálica

Os sólidos metálicos podem ser constituídos de cátions de um único metal ou metais diferentes. Isso ocorre devido à tendência que os metais possuem de perder os elétrons da sua última camada eletrônica, conhecida como camada de valência. A teoria da “nuvem eletrônica” ou do “mar de elétrons” estabelece que, estes sólidos possuem um retículo cristalino característico em que os cátions são fixos e os elétrons de valência são deslocalizados (livres) e estão em constante movimento em torno desses cátions. A atração entre essa nuvem de elétrons livres e os cátions metálicos funciona como **ligação metálica**. A Figura a seguir ilustra um modelo de ligação metálica.



Lidiane Almeida

Modelo do “mar de elétrons” para a ligação metálica.

Tal organização concede aos metais propriedades específicas, como a condução de corrente elétrica e térmica, mesmo no estado sólido, brilho, maleabilidade (poder ser transformado em lâminas), ductilidade (poder ser transformado em fios).

Uma **substância metálica** é formada pelo mesmo elemento químico e é representada de forma simplificada, apenas pelo símbolo do elemento presente.

Exemplos: Fe, Au, Cu, Ag.

Algumas substâncias metálicas (ou simplesmente metais) são mais caras do que outras, isto se dá devido a sua raridade. Quanto mais raro um metal, tais como ouro, prata, platina, cobre, mais cara a sua obtenção.

A **liga metálica** é uma mistura formada pela união de cátions metálicos de elementos químicos diferentes envolvidos por elétrons livres. Exemplos: bronze (liga de cobre e estanho), latão (liga de cobre e zinco), ouro 18 quilates (liga de ouro e cobre e/ou prata).

## Características de uma substância metálica

- **Estado de agregação:** os metais apresentam-se, em sua maioria, no estado sólido em condições ambientes. Uma exceção é o mercúrio (Hg), que é líquido nestas condições.
- **Brilho metálico:** a superfície dos metais é de aspecto brilhante, pois os elétrons livres refletem a luz que incide sobre eles.
- **Dureza:** geralmente, os metais são sólidos, moles e riscados por outros metais.

- **Condução de eletricidade e calor:** os metais são excelentes condutores de corrente elétrica e calor. O movimento ordenado dos elétrons livres gera a corrente elétrica e sua agitação acarreta a rápida propagação do calor.

- **Temperaturas de fusão e ebulição:** a maioria dos metais apresenta elevadas temperaturas de fusão e ebulição.

- **Maleabilidade:** os metais são maleáveis, podendo formar lâminas ou chapas.

- **Ductibilidade:** os metais podem ser transformados em fios.

## Formação de ligas metálicas

As **ligas metálicas** são materiais formados através da união de cátions de diferentes metais, envolvidos por elétrons livres. Elas possuem propriedades distintas em relação a cada um dos elementos que as originam.

Exemplos:

- Ouro 18 quilates – liga metálica com 75% de ouro (Au) e 25% de prata (Ag) e cobre (Cu).

- Latão – liga metálica de cobre (Cu) e zinco (Zn).

- Bronze – liga metálica de cobre (Cu) e estanho (Sn).

## Conhecendo mais

### Moedas

A moeda de R\$ 1 possui um disco interno formado por uma liga de Cu e Ni e um disco externo composto por alpaca, uma liga metálica de Cu, Ni, Sn e Ag.

A moeda de R\$ 0,50 é produzida utilizando-se uma liga de ferro e cromo desde 2002, anteriormente era utilizada uma liga de cobre e níquel.

As moedas de R\$ 0,10 e R\$ 0,25 formadas por aço (mistura de ferro e carbono) e revestida por uma liga de cobre e estanho.



Marcelo Pinheiro

Moedas constituídas de diferentes metais.

As ligas metálicas podem ter propriedades que cada metal isolado não possui. Por exemplo, o aço inoxidável é uma liga metálica constituída de ferro (Fe), carbono (C), cromo (Cr) e níquel (Ni), possuindo maior resistência mecânica e contra a oxidação do que o ferro puro. Já o ouro 18 quilates é uma liga metálica de ouro, prata e cobre. A adição de prata e cobre confere ao ouro maior dureza.

## Principais metais e suas propriedades

### Ferro

O **ferro** (Fe) é o quarto elemento químico mais abundante na crosta terrestre. Ele era conhecido na Antiguidade como o “Metal do Céu” ou “Metal das Estrelas”, provavelmente porque ele era encontrado em meteoritos. É duro, quebradiço e fundível. Trata-se de um metal muito importante, pois é barato, resistente e tem aplicações em diversas áreas.

Algumas informações sobre o elemento químico ferro são apresentadas na tabela a seguir.

<b>Número atômico</b>	26
<b>Massa molar(g/mol)</b>	55,85
<b>Ponto de fusão (°C )</b>	1538
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	2861
<b>Densidade (g/mL)</b>	7,87

Fonte: <http://periodictable.com>

O ferro não se encontra na natureza na forma isolada, ou seja, ele está presente na forma de minérios. Alguns minérios de ferro e seus componentes principais estão listados na tabela a seguir.

<b>Minério</b>	<b>Componente principal</b>
Hematita	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Magnetita	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
Siderita	$\text{FeCO}_3$
Limonita	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Pirita	$\text{FeS}_2$

Minérios de ferro.

O principal minério de ferro é a hematita. Ela é utilizada para obtenção do aço, que contém cerca de 98,5% de ferro e como catalisador em processos químicos.

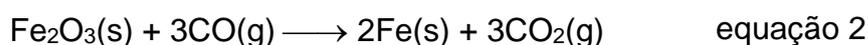
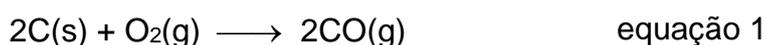
Segundo informações do IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração, as principais áreas de exploração de minério de ferro no Brasil são: Quadrilátero Central em Minas Gerais, o maciço Urucum em Mato Grosso do Sul e Serra Carajás no Pará e os principais compradores de minério de ferro do Brasil são China, Japão, Coreia do Sul, Holanda e Itália.

O ferro é muito reativo na forma metálica pura e, ao entrar em contato com o ar úmido ou ao ser submetido à temperaturas elevadas, sofre oxidação (corrosão). Este metal é um forte agente redutor, quando possui número de oxidação igual a +2, passando para +3.

O cátion bivalente do ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) é importante para manter funcionando a hemoglobina do sangue e o cérebro. Ele é encontrado em alguns alimentos como fígado, carne seca, peixes, feijão, ovo, beterraba e folhas escuras.

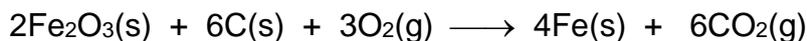
Para se obter ferro, se faz a extração do seu minério que é retirado com muitas impurezas, passa por etapas de limpeza e purificação e depois é utilizado pelas indústrias.

O ferro na forma de ferro-gusa é obtido a partir da reação química do minério com o monóxido de carbono (equação 2), que é formado a partir da queima do carvão (equação1):



Ferro gusa ←

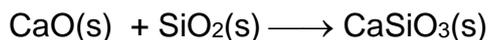
A equação global do processo é a soma das equações 1 e 2:



Para se eliminar as impurezas é adicionado calcário, cujo componente principal é o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que se decompõe por aquecimento a  $1200^\circ\text{C}$  em óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ):



O óxido de cálcio formado reage com dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), componente principal da areia presente como impureza formando a escória silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ), conforme a equação química:



As impurezas não são totalmente eliminadas, e o ferro-gusa ainda apresenta de 1,5 a 4,5 % de carbono (C), 0,7 a 3,0% de silício (Si) e 0,1 a 0,3% de fósforo (P). Como desta forma o ferro é quebradiço, ele passa por outra etapa de purificação, diminuindo a percentagem de carbono para 0,2%, obtendo-se o aço que é uma liga metálica entre ferro e carbono.

O processo de extração do ferro a partir de seus minérios produz uma lama que costuma ser armazenada em barragens que possuem risco de rompimento. Na composição da lama há óxidos de ferro e silício, além de outros metais, um rejeito de difícil tratamento que prejudica o solo.

## Alumínio

O **alumínio** (Al) é o metal mais abundante na natureza, sendo encontrado combinado com outros elementos formando minérios. Ele possui uma elevada resistência à corrosão, e forma uma película protetora denominada óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) quando em contato com gás oxigênio presente no ar.

Este metal é muito importante para o desenvolvimento da sociedade, pois é utilizado em muitas aplicações industriais, sendo encontrado em medicamentos, cosméticos, embalagens, veículos, etc.

A tabela a seguir apresenta algumas informações sobre o elemento químico alumínio.

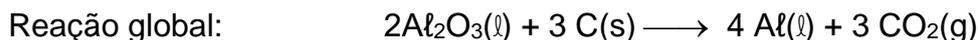
<b>Número atômico</b>	13
<b>Massa molar(g/mol)</b>	26,98
<b>Ponto de fusão (°C )</b>	660,32
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	2519
<b>Densidade (g/mL)</b>	2,7

Fonte: <http://periodictable.com>

A obtenção do alumínio é feita através do mineral bauxita. Segundo dados da ABAL – Associação Brasileira do Alumínio, o Brasil possui a terceira maior reserva no mundo de bauxita.

O processo de obtenção do alumínio metálico através deste mineral demanda uma grande quantidade de energia elétrica. A bauxita passa por diversas etapas de purificação até chegar a um material sólido denominado alumina, que contém óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Esse óxido é misturado com criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) que diminui a sua temperatura de fusão. A mistura é derretida sob temperatura de  $1000^\circ\text{C}$  e sobre eletrólise ígnea numa cuba eletrolítica revestida com carvão ou grafite que reage com o gás oxigênio formado e produz alumínio metálico.

As equações químicas que representam esse processo são:



Esse processo utiliza um recurso finito que é a bauxita, envolve o uso de corrente elétrica cujo custo é elevado, e além disso emite de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para o ar, o que contribui para o aumento do efeito estufa. O processo também gera outros componentes tóxicos que formam um resíduo insolúvel e bastante alcalino chamado lama vermelha. A composição química da lama depende da composição da bauxita empregada no processo, mas geralmente contém ferro, titânio, sílica e o alumínio restante. Esta lama é prejudicial aos organismos vivos.

A quantidade de energia necessária para produzir 1 mol de alumínio (=27g) a partir do processo de eletrólise é em torno de 297 kJ.

O alumínio pode ser reciclado infinitas vezes por um processo mais barato que o descrito anteriormente. Para obter o alumínio a partir da reciclagem de latinhas é necessário aquecer o material até atingir a temperatura de fusão do alumínio, que corresponde a 660 °C. A energia necessária para reciclar 1 mol de alumínio a partir de latinhas, corresponde a 26,1 kJ.

Portanto, a energia gasta na reciclagem de latinhas de alumínio é cerca de 8,8% daquela que é gasta no processo de eletrólise da bauxita, e além disso tem a vantagem de não produzir CO<sub>2</sub>.

O Brasil é o país que mais recicla alumínio no mundo e grande parte do alumínio reciclado é proveniente de latas de refrigerantes, cervejas e sucos. A atividade de coletar esse material tornou-se uma importante fonte de renda para muitas famílias.

Cerca de 98% do alumínio produzido no Brasil volta para a produção através da reciclagem.

## Ouro

O **ouro** (Au) é encontrado na natureza na forma de pepitas, escamas ou fios irregulares, sendo extraído em garimpos. É um metal nobre, com alto valor comercial, resistente a corrosão (oxidação) e raro na natureza.

Este metal é um excelente condutor de eletricidade, portanto é utilizado na indústria eletrônica. Possui também aplicações na confecção de joias, na área hospitalar e na confecção de moedas.

A próxima tabela apresenta algumas informações sobre o elemento químico ouro.

<b>Número atômico</b>	79
<b>Massa molar(g/mol)</b>	196,97
<b>Ponto de fusão (°C )</b>	1064,18
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	2856
<b>Densidade (g/mL)</b>	19,3

Fonte: <http://periodictable.com>

Segundo o IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração, as principais reservas de ouro estão localizadas na África do Sul.

No garimpo, os pequenos grãos de ouro precisam ser separados das impurezas que o acompanham. Para tal, se utiliza o mercúrio (Hg) que é um

metal tóxico. O garimpeiro coloca certa quantidade de terra molhada na bateia, adiciona mercúrio líquido, que atrai o ouro pulverizado na lama e forma com ele uma liga (amálgama) que não se mistura com a lama. Depois, a lama é aquecida com um maçarico, a cerca de 300°C, e o mercúrio passa para o estado gasoso, sobrando o ouro. Neste procedimento, o garimpeiro inala vapores tóxicos de mercúrio. A lama contendo restos de mercúrio e o vapor condensado após o resfriamento contaminam os rios. Nos rios, há bactérias que transformam o mercúrio metálico em compostos orgânicos contendo esse metal. A forma orgânica do mercúrio se acumula na cadeia alimentar, causando contaminação dos animais aquáticos e podendo envenenar seres vivos.

Nos seres humanos, os compostos orgânicos de mercúrio podem causar dores de cabeça, mudanças de comportamento, problemas de visão, falha no funcionamento dos rins, deterioração mental, depressão, descontrole nos movimentos, paralisia muscular.

O ouro puro não é utilizado em joias por ser muito maleável e se deformar com facilidade. Para tal, costuma-se misturá-lo com outros metais, como cobre e prata, para se obter um material que se deforma menos.

No caso de joia de ouro, se utiliza o termo quilate, que é uma medida de pureza. O ouro puro tem 24 quilates. O ouro 18 quilates tem 75% de ouro e o restante é de cobre e prata.

O ouro branco, utilizado em joias, contém ouro e outros metais como o manganês, a prata e o paládio.

## Prata

A **prata** (Ag) é um metal nobre, resistente a corrosão, de coloração branca e brilho intenso. É encontrada na natureza na forma pura ou no mineral argentita (Ag<sub>2</sub>S).

Ela é usada em joalherias, espelhos, moedas, solda na fabricação de talheres e na área odontológica, formando amálgamas. Seus sais são sensíveis a luz, e são utilizados em fotografia não digital.

A tabela a seguir apresenta algumas informações sobre o elemento químico prata.

<b>Número atômico</b>	47
<b>Massa molar(g/mol)</b>	107,87
<b>Ponto de fusão (°C)</b>	961,78
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	2162
<b>Densidade (g/mL)</b>	10,49

Fonte: <http://periodictable.com>

Os principais produtores mundiais de prata são México, Peru, China, Austrália e Chile.

A prata é obtida pela ustulação (aquecimento de um sulfeto na presença de gás oxigênio) do minério argentita (Ag<sub>2</sub>S):



O dióxido de enxofre produzido na ustulação é um dos poluentes responsáveis pela chuva ácida.

## Mercúrio

O **mercúrio** (Hg) é um metal líquido à temperatura ambiente, possui cor prateada, é inodoro, tem elevada densidade e é capaz de formar amálgamas com outros metais.

Algumas informações sobre o elemento químico mercúrio foram dispostas na tabela a seguir.

<b>Número atômico</b>	80
<b>Massa molar(g/mol)</b>	200,59
<b>Ponto de fusão (°C )</b>	-38,83
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	356,73
<b>Densidade (g/mL)</b>	13,53

Fonte: <http://periodictable.com>

O mercúrio conduz menos energia elétrica que outros metais, porém ele é um bom condutor de calor. É volátil (evapora com facilidade) e o seu vapor pode permanecer na atmosfera por um bom tempo.

O minério de mercúrio mais importante é o Cinábrio, que contém sulfeto de mercúrio II (HgS). A ustulação desse minério produz vapor de mercúrio, que passa ao estado líquido ao ser resfriado à temperatura ambiente:



As reações que envolvem compostos deste metal produzem resíduos muito tóxicos ao homem e ao meio ambiente.

O garimpo do ouro gera vapores tóxicos de mercúrio que são lançados na atmosfera e restos do processo contaminados são despejados no solo ou no rio. Podem ser formados compostos orgânicos deste elemento que se acumulam na

cadeia alimentar. Ao serem ingeridos na alimentação, eles podem causar danos neurológicos.

O mercúrio teve aplicação na Odontologia ao ser utilizado como amálgama, mas ele foi abandonado, devido à sua toxicidade.

## Cobre

O **cobre (Cu)** é um metal de coloração laranja-avermelhada, é sólido à temperatura ambiente e é resistente a corrosão.

A tabela a seguir apresenta algumas informações sobre o elemento químico cobre:

<b>Número atômico</b>	29
<b>Massa molar(g/mol)</b>	63,546
<b>Ponto de fusão (°C)</b>	1084,62
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	2562
<b>Densidade (g/mL)</b>	8,96

Fonte: <http://periodictable.com>

O cobre é encontrado na natureza na forma pura (Cu) e em muitos minerais, mas apenas alguns são explorados como minérios, como a calcopirita (CuS.FeS), calcosita (Cu<sub>2</sub>S), malaquita (CuCO<sub>3</sub>.Cu(OH)<sub>2</sub>), cuprita (Cu<sub>2</sub>O) e atacamita (CuCl<sub>2</sub>.3Cu(OH)<sub>2</sub>).

Por exemplo, a ustulação da calcosita produz cobre metálico:



Existem diferentes tipos de ligas com cobre em sua composição, algumas delas estão na tabela a seguir.

Liga metálica	Composição
Latão	Cobre e Zinco
Bronze	Cobre e Estanho
Cuproníquel	Cobre e Níquel
Ouro 18 quilates	Cobre, Prata e Ouro
Amálgama	Prata, Estanho, Cobre e Mercúrio

Ligas de cobre.

Esse metal é muito usado na fabricação de instrumentos de trabalho, armas e utensílios, hoje a maior parte do cobre é destinado a produção de fios elétricos, telefone, iluminação e cabos de telecomunicações.

O cobre está presente em alimentos como frutos do mar, ovos, carnes bovinas e suínas, amêndoas, feijão, nozes cogumelos e sementes de girassol. Ele é importante na atividade enzimática e na produção de células sanguíneas.

## Metais pesados

O conceito de **metal pesado** é associado a uma substância tóxica proveniente de descartes inadequados no meio ambiente. O destino para tais metais normalmente são os solos e sedimentos. No entanto, existem diversas definições para metal pesado e algumas delas estão relacionadas às seguintes propriedades químicas: massa específica, massa atômica e número atômico. Os metais pesados apresentam elevados valores para tais propriedades, portanto, estão localizados próximos ao meio da Tabela Periódica.

Existe ainda outra definição ligada às propriedades químicas que é a formação de sulfetos e hidróxidos insolúveis, à formação de sais que produzem soluções aquosas coloridas e à formação de complexos coloridos. No entanto, essas classificações não expressam o potencial tóxico dos metais pesados.

Com o passar dos anos, os impactos ao ambiente e à saúde humana provocados pelo descarte inadequado de metais pesados fizeram com que fatores ambientais e toxicológicos fizessem parte da definição de metal pesado.

Apesar de muitos pensarem que os metais pesados são poluentes de águas, eles são, em grande parte transportados de um lugar para o outro através da atmosfera, ou como gases, ou por materiais particulados em suspensão.

Os metais pesados, tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e cromo (Cr) não são tóxicos como elementos livres. No entanto, são muito perigosos na forma de seus cátions e quando ligados a pequenas cadeias carbônicas. O mecanismo de ação tóxica aumenta com a força de afinidade desses cátions com o enxofre. Dessa forma, ocorre a ligação do metal pesado com o enxofre que participa das reações metabólicas no corpo humano. Essa ligação afeta as enzimas que não podem agir normalmente, e o resultado é o surgimento de doenças e muitas vezes, a morte.

Muitas pilhas e baterias, como as de relógio, são descartáveis, outras, como as de automóveis e celulares, são recarregáveis, aumentando sua durabilidade, mas possuem uma vida útil e um dia devem ser descartadas. O problema em questão é que as pilhas e baterias usadas e descarregadas podem causar sérios problemas ambientais, pois muitas pilhas contêm metais pesados, como mercúrio (Hg), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e níquel (Ni), então se esses materiais forem descartados incorretamente, podem liberar esses metais, que contaminam plantas, animais e os seres humanos.

Alguns metais são necessários em quantidades mínimas para os seres vivos, por exemplo, sódio (Na), potássio (K), cobre (Cu), zinco (Zn). Já outros metais não apresentam função biológica, provocando danos ao entrar no metabolismo. Para o organismo humano existem 14 metais essenciais: cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), estanho (Sn), vanádio (V), cromo (Cr), manganês (Mn), molibdênio (Mo), cobalto (Co) e

níquel (Ni). No entanto, o zinco (Zn), o cobre (Cu), cromo (Cr) e níquel (Ni) podem ser tóxicos em concentrações elevadas.

Muitos organismos aquáticos bioconcentram metais pesados. **Bioconcentração** é o acúmulo de um determinado tipo de material nos tecidos ou órgãos de um ser vivo. Por exemplo, ostras e mariscos podem conter níveis elevadíssimos de mercúrio (Hg) e cádmio (Cd), em torno de 100 mil vezes maiores do que os presentes na água em que vivem.

Além da bioconcentração, também pode ocorrer a **biomagnificação**, em que as concentrações de certas substâncias aumentam progressivamente ao longo da cadeia alimentar. Em função disso, mesmo um descarte de um metal com concentração reduzida pode provocar a contaminação de seres que vivem nessa biota. Por exemplo, na década de 1950, no Japão, com o contínuo descarte de resíduos contendo mercúrio contaminou os peixes da Baía de Minamata e, conseqüentemente, milhares de japoneses que se alimentavam desses peixes.

# UNIDADE 6

## QUÍMICA RADIOATIVA

## Radioatividade

O físico francês Antoine-Henri Becquerel (1852-1908) começou a estudar os fenômenos radioativos em 1896, em virtude da descoberta dos raios-X pelo físico alemão Wilhelm Konrad Röntgen (1845-1923), ao trabalhar com as chamadas ampolas de Crookes.

Becquerel testou materiais fosforescentes e fluorescentes para verificar se eles liberavam raios-X. Materiais fosforescentes são aqueles que emitem luz visível após absorver energia de outra fonte, e continuam liberando luz por algum tempo mesmo após cessar a emissão da outra fonte, Já o materiais fluorescentes são aqueles que só emitem luz visível enquanto a outra fonte estiver ligada.

Ele trabalhou com amostras de óxido de urânio e verificou que elas emitiam uma radiação que impressionava filmes fotográficos. A imagem formada do material era nítida, diferente da imagem gerada por raios-X.

Marie Sklodowska Curie (1867-1934) verificou que as emissões radioativas eram provenientes dos átomos do metal urânio e não dependiam do tipo de material que ele fazia parte. Marie Curie trabalhou com seu marido Pierre Curie (1859-1906) e mostraram que o tório, o rádio e o polônio também eram radioativos.

Os núcleos atômicos contêm todos os prótons do átomo, comprimidos em um pequeno volume. Apesar de haver imensas forças repulsivas entre tais partículas, pois elas têm a mesma carga elétrica, ou seja, positiva, a maior parte dos núcleos permanece estável.

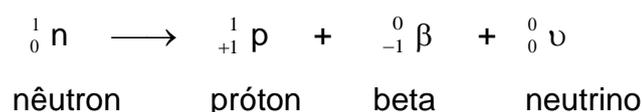
Em alguns núcleos, a repulsão que os prótons exercem uns sobre os outros supera a força que os mantêm unidos, o que gera o fenômeno da **radioatividade**, em que ocorre a ejeção de partículas e energia dos núcleos, em

um processo chamado de “decaimento”, transformação ou desintegração espontânea. A desintegração do núcleo também pode ocorrer pelo bombardeio com partículas ou radiação eletromagnética.

Em 1898, Ernest Rutherford identificou três diferentes tipos de radioatividade ao observar o efeito de campos elétricos sobre as emissões radioativas e chamou esses três tipos de radiação de alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gama ( $\gamma$ ). Tais emissões eram provenientes dos núcleos atômicos.

A radiação alfa ou partícula alfa é representada por  ${}^4_2\alpha$ , tem pouco poder de penetração na matéria e pode ser detida por uma folha de papel. Esta partícula possui carga elétrica positiva, pois é constituída de 2 prótons e 2 nêutrons.

A radiação beta ou partícula beta é representada por  ${}^0_{-1}\beta$ , atravessa uma folha de papel, mas não atravessa uma fina lâmina metálica. Esta partícula é resultante da desintegração de um nêutron produzindo um próton, uma partícula beta e uma outra radiação chamada neutrino. Esse fenômeno é representado pela seguinte equação:



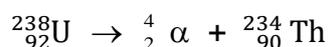
A radiação gama é uma onda eletromagnética representada por  ${}^0_0\gamma$ , atravessa lâminas metálicas e só é detida por uma espessa camada de chumbo ou de concreto.

As emissões radioativas são perigosíssimas em quantidades elevadas, pois podem provocar a destruição das células dos tecidos. A radiação gama é a mais penetrante e pode ser letal. Ela costuma ser utilizada no tratamento de câncer, pois é a única que chega a atingir as células dos tecidos.

Como as partículas do núcleo estão unidas por grande quantidade de energia, uma reação nuclear libera mais energia que as reações químicas, o que a torna muito difícil de ser controlada.

A emissão de uma partícula alfa por um átomo faz com que o seu número atômico decresça de duas unidades e seu número de massa diminua de quatro unidades.

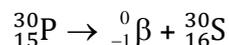
Exemplo:



Observe na equação acima que  $92 = 2 + 90$  e  $238 = 4 + 234$ .

Quando um átomo emite uma partícula beta, o seu número atômico cresce de uma unidade e seu número de massa permanece constante.

Exemplo:



Observe na equação acima que  $15 = -1 + 16$  e  $30 = 0 + 30$ .

Tanto na emissão de partículas alfa quanto na emissão de partículas beta, ocorre a emissão de radiação gama.

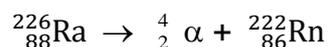
Quando núcleos atômicos emitem energia na forma de raios X ou raios gama, não há alteração da massa ou da carga destes núcleos.

Ao emitir uma partícula alfa ou beta, o átomo sofre uma alteração no seu número de prótons, isto é, passa a pertencer a outro elemento químico. Essa transformação é denominada de **transmutação**, que pode ser natural ou artificial.

## Transmutação

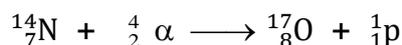
A **transmutação natural** ocorre por emissão espontânea de radiações ou partículas por parte do núcleo.

Exemplo:



A **transmutação artificial** ocorre quando núcleos são bombardeados por partículas subatômicas ou radiação eletromagnética.

Em 1919, Ernest Rutherford realizou esse fenômeno pela primeira vez ao bombardear partículas alfa emitidas pelo elemento radioativo polônio contra isótopos de nitrogênio de número de massa 14 (nitrogênio-14):



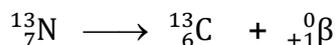
Em 1932, James Chadwick (1891-1974) descobriu os nêutrons ao bombardear um isótopo do berílio com partículas alfa:



Ele também lançou partículas alfa sobre átomos de boro e obteve o primeiro radioisótopo artificial, o nitrogênio-13 ( ${}_{7}^{13}\text{N}$ ):



Esse isótopo artificial do nitrogênio sofre transmutação natural e se transforma no carbono-13 ( ${}_{6}^{13}\text{C}$ ) de acordo com a reação:

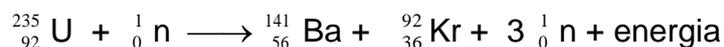


O pósitron ( ${}_{+1}^0\beta$ ) é uma partícula com a mesma massa do elétron, porém possui carga elétrica positiva.

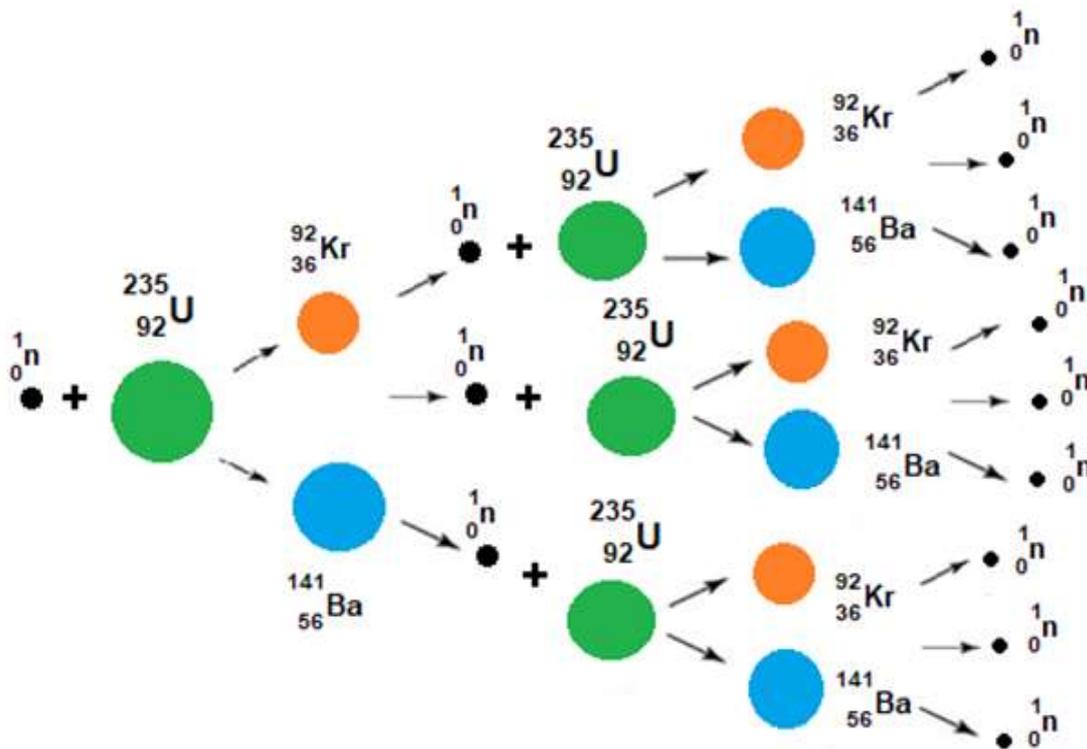
## Fissão nuclear

Geralmente os minérios de urânio contêm vários óxidos desse elemento, tais como  $U_3O_8$ ,  $UO_2$ ,  $UO_3$ . Como o urânio encontrado na natureza é uma mistura de 99,3% de  ${}^{238}U$  e 0,7 % de  ${}^{235}U$ , a extração do urânio dos óxidos citados para se utilizar na fissão nuclear é complexa. Somente o urânio de número de massa 235 (urânio-235 ou  ${}^{235}U$ ) é fissionável, podendo ser utilizado em reatores e bombas atômicas. O processo denominado **enriquecimento do urânio** é utilizado para aumentar a concentração deste isótopo, obtendo-se misturas com até 98% de  ${}^{235}U$ .

A reação nuclear de fissão consiste na captura de um nêutron por um núcleo de grande massa que se divide em outros dois núcleos menores, liberando nêutrons, radiação gama e enorme quantidade de energia térmica. Como exemplo, tem-se a fissão do urânio-235, segundo a equação:



Os nêutrons liberados podem ser capturados por outros átomos, dando prosseguimento a uma série de reações em cadeia:



Fusão do urânio-235.

Este processo de fissão é empregado em bombas atômicas cujas explosões provocam reações sem controle.

A bomba de nêutrons é uma bomba atômica menor e mais fraca, porém provoca uma emissão muito grande de radiações e nêutrons, letais para os seres vivos. Após a explosão dessa bomba, sobra pequena quantidade de radiação, possibilitando uma rápida ocupação do local bombardeado.

Em usinas nucleares, também se emprega o processo de fissão nuclear em equipamentos denominados **reatores nucleares**, só que neste caso a reação é controlada. Num reator nuclear, a energia gerada na fissão acarreta a vaporização de uma grande quantidade de água e o vapor produzido movimentava uma turbina que produz energia elétrica. Este vapor segue para um condensador e a água líquida retorna para o reator. O condensador utiliza água proveniente de um rio, lago ou oceano para condensar o vapor d'água gerado pelo reator. A água que circula pelo condensador retorna para o corpo receptor com temperatura elevada, provocando a morte de seres aquáticos.

No reator nuclear há um sistema de controle para evitar que os nêutrons liberados no processo de fissão ataquem muitos átomos de urânio ao mesmo tempo, o que não acontece numa bomba atômica.

Além do aquecimento da água do corpo receptor, o que causa prejuízos ambientais, o processo também gera lixo radioativo que é formado por elementos radioativos gerados na fissão nuclear e que não são reaproveitados.

## Fusão nuclear

A fusão nuclear consiste na formação de um núcleo mais pesado a partir de núcleos mais leves, liberando enorme quantidade de energia, que é muito maior que a liberada pela fissão nuclear.

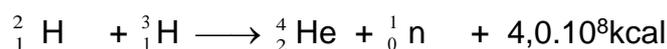
Na bomba de hidrogênio (bomba H) pode ocorrer a reação entre dois núcleos de deutério produzindo trítio, hidrogênio e liberando  $9,2 \cdot 10^7$  quilocalorias ( $9,2 \cdot 10^7 \text{kcal}$ ) de energia:



A fusão entre dois núcleos de deutério também pode produzir hélio-3, liberando nêutron e  $7,4 \cdot 10^7 \text{kcal}$  de energia:



Outra reação possível é a fusão entre um núcleo de deutério e outro de trítio, formando hélio-4, liberando nêutron e  $4,0 \cdot 10^8 \text{kcal}$  de energia:

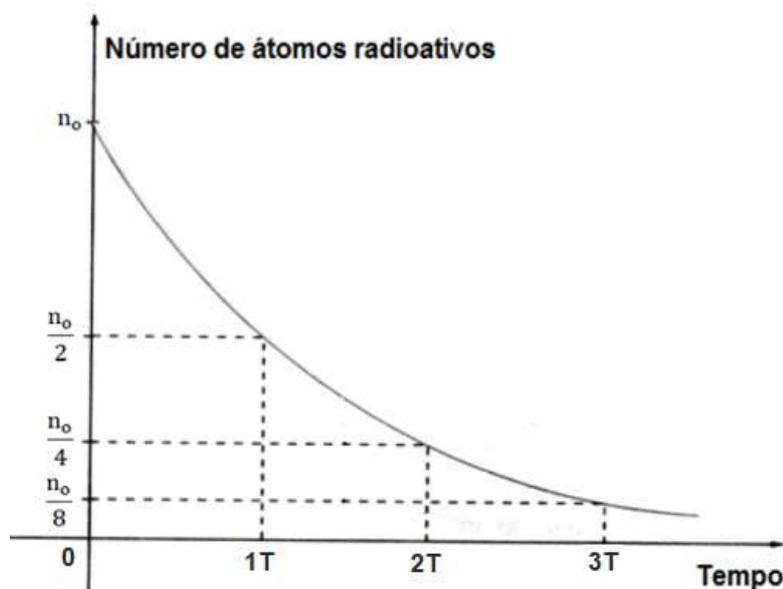


Como a fusão nuclear só ocorre em elevadas temperaturas, deve-se explodir previamente uma bomba atômica para fornecer a energia necessária para iniciar esse processo.

## Meia-vida

Com o tempo, uma amostra contendo isótopos radioativos vai perdendo sua atividade e o intervalo de tempo necessário para que ela perca metade de sua atividade por desintegração é denominado **meia-vida**, representada por  $T$ . Cada radioisótopo tem a sua meia-vida.

Observe uma curva de decaimento radioativo ou curva de desintegração radioativa de um radioisótopo genérico:



Marcelo Pinheiro

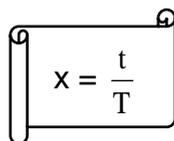
Curva de desintegração radioativa.

Observe que no instante  $t = 0$  há  $n_0$  átomos radioativos. Após passar uma meia-vida ( $1T$ ), a quantidade de átomos radioativos se reduz à metade, ou seja,  $\frac{n_0}{2}$  que é igual a  $\frac{n_0}{2^1}$ . Após duas meias-vidas, a quantidade de átomos radioativos

passa a ser  $\frac{n_0}{4}$  ou  $\frac{n_0}{2^2}$  e assim em diante. Após a passagem de “x” meias-vidas,

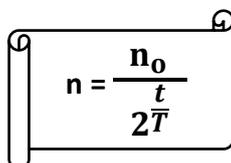
o número de átomos radioativos passa a ser  $\frac{n_0}{2^x}$ .

Observe que o número “x” de meias vidas é igual ao tempo decorrido (t) dividido pela meia vida (T):



$$x = \frac{t}{T}$$

Após o tempo  $t = xT$ , o número de átomos radioativos será:



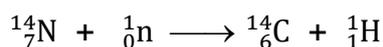
$$n = \frac{n_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

Ao invés de número de átomos, pode-se usar também na fórmula o valor da massa.

## Datação por carbono-14

Uma das técnicas conhecidas para se conhecer a idade de fósseis é a determinação da quantidade de carbono-14 ( $^{14}\text{C}$ ) radioativo presente no material a ser analisado. Tal técnica é denominada **datação por carbono-14**.

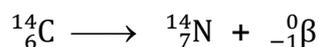
Isótopos de nitrogênio-14 ( $^{14}\text{N}$ ) estão presentes nas camadas superiores da atmosfera e ao serem bombardeados por nêutrons cósmicos, sofrem uma transmutação, produzindo o  $^{14}\text{C}$  segundo a equação:



O  $^{14}\text{C}$  é absorvido pelos seres vivos através da alimentação ou do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Como a velocidade de formação de  $^{14}\text{C}$  na atmosfera é igual à sua velocidade de desintegração, sua concentração fica em cerca de 10 partes

por bilhão (10ppb) nos seres vivos e no planeta. Isso significa que a cada 1 bilhão de átomos, 10 são de carbono-14.

Quando ocorre a morte, o fóssil não absorve mais carbono-14, ocorrendo apenas a sua desintegração, conforme a equação:



Como a meia-vida desse radioisótopo é de 5730 anos, sabendo-se a concentração de carbono-14 em um fóssil, pode-se calcular o quanto tempo se passou para uma diminuição de 10ppb para o valor determinado.

## Aplicações da radioatividade

Fontes naturais ou artificiais de radiação produzem fenômenos radioativos que ocorrem em nosso dia-a-dia. Tais fenômenos estão presentes na luz solar, nos rios cósmicos, na televisão, no telefone celular, na alimentação, etc.

Diversas aplicações para a radioatividade têm sido efetuadas desde que ela foi descoberta.

Na indústria, ela é utilizada para controle da produção, determinação de vazamentos em oleodutos e tubulações, detecção de trincas e corrosões, na produção de energia elétrica numa usina nuclear, etc.

Na área médica é utilizada para tratamento de câncer através da radioterapia, esterilização de materiais hospitalares, mapeamento de órgãos, obtenção de raio-X, etc.

Nas práticas agrícolas, diversos alimentos são submetidos à radiação para eliminação de microrganismos e aumentando o tempo de conservação. A radiação também é utilizada para controle de pragas.

A idade de fósseis e documentos pode ser determinada pela datação por carbono-14, que é uma aplicação importante nas áreas de Geologia, História e Arqueologia.

Materiais radioativos denominados traçadores são usados para análise de reações químicas e bioquímicas.

Os conhecimentos adquiridos sobre emissões radioativas possibilitam a construção de armamentos nucleares para fins militares.

## **Problemas ambientais provocados pela radioatividade**

A poluição radioativa é o aumento dos níveis naturais de radiação provocados pela utilização de substâncias radioativas naturais ou artificiais. Ela pode causar sérios problemas à saúde dos seres vivos. Uma grande exposição à radiação pode afetar órgãos do corpo dos seres humanos, provocando queda de cabelo, lesões, tumores, mutações genéticas, leucemia, diminuição da expectativa de vida, etc.

A poluição radioativa é proveniente do uso de materiais radioativos nas indústrias, na medicina, em testes nucleares, na agricultura, na obtenção de energia elétrica, em acidentes radiológicos e nucleares.

As usinas nucleares possuem vantagens na produção de energia elétrica. Elas não necessitam de características geográficas específicas ou áreas extensas, como as usinas hidrelétricas. Tais usinas não liberam os gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa, como as termelétricas. Contudo, elas produzem lixo nuclear, que por enquanto não há solução para um destino adequado.

O homem tem utilizado muitas fontes de energia sustentáveis e também poluentes. A energia nuclear ainda gera muitos questionamentos e discussões.

Apesar de apresentar diversas aplicações importantes, ela tem gerado lixo radioativo, acidentes de grandes proporções causando mortes, deformações e problemas de saúde, como em Chernobyl (Ucrânia) em 1986, Goiânia (Brasil) em 1987 e em Fukushima (Japão) em 2011, além do seu uso em armamentos nucleares. Por isso, há no mundo pessoas que defendem e outras que são contra a utilização da energia nuclear.

# UNIDADE 7

## QUÍMICA AMBIENTAL

## Poluição ambiental

O termo **poluição ambiental** é utilizado para a contaminação do ar, das águas, do solo, de alimentos, mudanças na paisagem, excesso de som, erosão de monumentos e construções.

A poluição ambiental está relacionada com o processo de industrialização e ao aumento da população.

O ser humano tem a capacidade de transformar as matérias-primas em produtos úteis. Ao confeccionar ferramentas, máquinas, artefatos de lazer e objetos de arte, ocorre a produção de quantidades significativas de resíduos que são poluidores ambientais. Tem-se verificado um aumento contínuo da poluição ambiental juntamente com a evolução dos processos industriais.

O aumento da população no planeta gera uma demanda cada vez maior por alimentos, porém as áreas de terras propícias ao cultivo não aumentam no mesmo ritmo que a população. Tal fato, conduz a uma necessidade cada vez maior de produção.

A produção de alimentos industrializados passou a ser necessária devido ao crescimento populacional e à urbanização. Tempos atrás, a maioria das pessoas vivia nas áreas rurais e a população tinha um suprimento alimentar suficiente. Com a urbanização, grande parte da população se transferiu para as cidades, se afastando do local de produção dos alimentos, o que acarretou um aumento significativo da produção de alimentos nas indústrias e na agricultura, de forma a suprir as necessidades da população das cidades. A elevação da produção agrícola tornou-se possível com o uso de fertilizantes e agrotóxicos.

Os fertilizantes são aplicados no solo para melhorar a concentração de nutrientes e os agrotóxicos servem para evitar os seres vivos nocivos que devastam as plantações. Apesar de eles serem utilizados para melhorar a produção de alimentos no meio rural, eles se acumulam e contaminam os

alimentos, que, ao serem consumidos, podem provocar diversas doenças na população.

Tem-se observado um contínuo descarte de resíduos no ar, nos solos, nos rios, nos lagos e nos mares, e esse acúmulo de resíduos ou lixo acaba por poluir a natureza e afetar os seres vivos.

Com a industrialização, houve uma demanda de uso de combustíveis fósseis como fontes de energia, porém a sua combustão libera para a natureza poluentes que prejudicam a saúde do homem e do meio ambiente. Tais poluentes são responsáveis por problemas ambientais, como a elevação do efeito estufa, a contaminação de alimentos, solos, rios, mares, atmosfera, destruição da camada de ozônio e a formação de chuvas ácidas.

Nas últimas décadas, tem-se verificado um aumento da preocupação em relação às consequências da poluição. Por conta disso, os cientistas têm desenvolvido diferentes tipos de processos para remover esses contaminantes do meio ambiente.

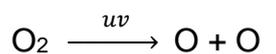
A Química Ambiental (ou Química do Meio Ambiente) é definida como uma área da Química que se destina ao estudo dos processos naturais no ar, na água e no solo, suas interações e como eles são influenciados pelas atividades humanas. Tais estudos têm contribuído para resolver e prevenir problemas ambientais.

Para atuar preventivamente na redução de problemas ambientais, têm-se incentivado técnicas de redução de poluentes na fonte geradora através de tecnologias limpas disseminadas pela “Química Verde”, que vem buscando nas últimas décadas o desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.

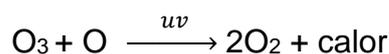
## Destruição da camada de ozônio

A camada de ozônio é responsável pela proteção da Terra, filtrando os raios ultravioleta. Cerca de 90 % da radiação do tipo ultravioleta é absorvida pelo ozônio na estratosfera, ou seja, a camada de ozônio atua como um escudo contra este tipo de radiação. Isto possibilita a vida que conhecemos hoje na Terra.

A camada de ozônio é formada a partir da reação do gás oxigênio, que ao ser submetido a radiação quebra-se formando radicais livres (átomos de oxigênio isolados), estes por sua vez reagem com outras moléculas de gás oxigênio, dando origem ao ozônio, conforme as reações a seguir:

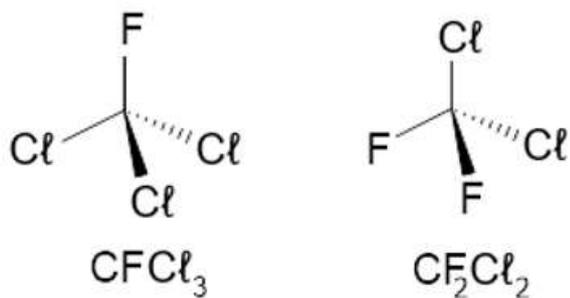


Na absorção de radiação, a molécula de ozônio reage com o oxigênio atômico e produz gás oxigênio, liberando calor:



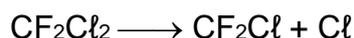
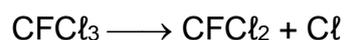
Os fenômenos de formação e destruição de moléculas de ozônio na atmosfera estão em equilíbrio, o que mantém constante a concentração deste gás. Contudo, a ação humana tem conduzido a uma maior destruição das moléculas de ozônio do que sua formação, alterando o equilíbrio.

Os gases CFC (clorofluorcarbono) utilizados em aerossóis, ar condicionados, refrigeração, destroem gradativamente, a camada de ozônio quando chegam a grandes altitudes. Com a diminuição da ação protetora do ozônio, maior quantidade de radiação ultravioleta entra no planeta. Dois exemplos dos gases CFC são apresentados na figura abaixo:



Triclorofluormetano ( $\text{CFCl}_3$ ) e diclorodifluormetano ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ).

Os gases CFC têm uma certa inércia (dificuldade em reagir), possibilitando sua difusão para estratosfera, onde a radiação ultravioleta causa sua decomposição conforme as reações a seguir para os CFC:  $\text{CFCl}_3$  e  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ :



Os átomos de cloro ativos ( $\text{Cl}$ ) produzidos reagem com moléculas de ozônio produzindo monóxido de cloro ( $\text{ClO}$ ) e gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ):



O monóxido de cloro reage com o oxigênio atômico presente na atmosfera e produz mais átomos de cloro ativos ( $\text{Cl}$ ) e gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ):



Somando-se as duas equações anteriores, tem-se a equação química da reação global do processo e que indica a remoção de moléculas de ozônio ( $\text{O}_3$ ) da estratosfera.



Com esses exemplos pode-se concluir que a concentração de O<sub>3</sub> diminui em regiões com elevadas quantidades de CℓO, geradas pela quebra dos CFC e por essa razão tais compostos são tão prejudiciais à camada de ozônio.

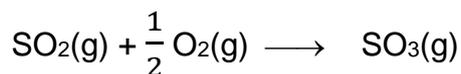
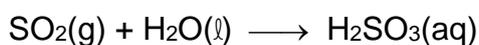
A radiação do tipo ultravioleta pode provocar diversas complicações de saúde como problemas visuais, câncer de pele, mutações genéticas, envelhecimento precoce, supressão do sistema imunológico. Além dos problemas que prejudicam diretamente a saúde os seres humanos também têm prejuízo ao desenvolvimento inicial de peixes, camarões, caranguejos, diminuição do fitoplâncton, destruição de colheitas e outras formas de vegetação, causando desequilíbrio ambiental.

## Chuva ácida

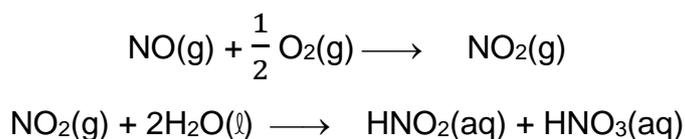
A **chuva ácida** é provocada fundamentalmente por óxidos gerados na queima de combustíveis fósseis em indústrias e automóveis.

Os óxidos originam a chuva ácida são, principalmente, os óxidos de enxofre (SO<sub>3</sub> – trióxido de enxofre, SO<sub>2</sub> – dióxido de enxofre) e de nitrogênio (NO – monóxido de nitrogênio e NO<sub>2</sub> - dióxido de nitrogênio). Por serem óxidos ácidos, reagem com água originando ácidos.

Os óxidos de enxofre formam ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), como mostram as equações a seguir:



Os óxidos de nitrogênio formam ácido nitroso (HNO<sub>2</sub>) e ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), conforme as reações:



A chuva é naturalmente ácida devido à presença de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. O dióxido de carbono reage com a água presente na atmosfera produzindo o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), que é um ácido fraco, deixando o pH da chuva em torno de 5,6. A formação de mais ácidos gerados pela poluição ambiental na atmosfera, diminui ainda mais o pH da chuva, dando origem ao que chamamos de chuva ácida, cujo pH é menor que 5,6.

A chuva ácida contamina águas subterrâneas e provoca grande desequilíbrio no meio ambiente destruindo folhas e galhos das árvores, alterando quimicamente as águas de rios e lagos, o que leva a morte de peixes e vegetações. Também está relacionada com o gasto imenso que se tem na conservação de estruturas como prédios e pontes, pois causa grande desgaste, destrói estátuas e monumentos históricos. Ela também pode gerar doenças respiratórias.

## Efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural que permite a vida no planeta Terra. Os gases, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), vapor d'água (H<sub>2</sub>O), monóxido de dinitrogênio (N<sub>2</sub>O) e clorofluorocarbonos absorvem e retêm a radiação infravermelha emitida pelo Sol durante o dia, impedindo que esta seja perdida para espaço durante a noite. Tal fenômeno possibilita uma temperatura média da Terra adequada à vida. Se não houvesse o efeito estufa, a temperatura da Terra seria em torno de -15 °C, não havendo água na forma líquida. Portanto, o clima nas diversas regiões do planeta é diretamente influenciado pelo efeito estufa. Um aumento na concentração dos gases relacionados a ele provoca uma elevação da temperatura média da Terra, além de mudanças climáticas mundiais. Alguns dos possíveis efeitos da mudança climática seriam o aumento

ou redução das chuvas, o que colocaria em risco a agricultura, as tempestades e furacões se tornariam mais frequentes, principalmente nem regiões costeiras.

Nos últimos 100 anos, tem-se verificado maior concentração de gases estufa na atmosfera, tal fato tem intensificado o efeito estufa e em consequência a temperatura média do planeta está aumentando. A liberação desses gases, em excesso, é decorrente de erupções vulcânicas, decomposição de matéria orgânica, fumaça de incêndios, escapamento de automóveis (queima de combustíveis fósseis), desmatamento seguido de queima de áreas florestais, gases provenientes de processos industriais.

O aquecimento global ocasiona derretimento de calotas polares, o que origina aumento dos níveis de oceanos podendo provocar desaparecimento de cidades inteiras. Tal aquecimento também contribui para o processo de desertificação e proliferação de insetos que poderão ocasionar danos à saúde dos animais.

## **Desenvolvimento sustentável**

Inquietações a respeito de desenvolvimento sustentável e cuidados com o meio ambiente são antigas.

Após a expansão das multinacionais e que foram verificados os males que elas conduziram ao meio ambiente. Isto porque, anteriormente, desconsideravam-se as fontes de matéria-prima finitas no planeta, os rejeitos das indústrias químicas na produção de bens de consumo, o lixo urbano, cada vez mais abundante e descartado inadequadamente.

Os anos 1970 foram marcados por legislação ambiental restritiva e responsável por avaliar os riscos ambientais. Tal preocupação ficou clara nos grandes esforços de debates internacionais, que resultaram na conferência de Estocolmo em 1972, onde já se apontou a necessidade de discussões a respeito do meio ambiente em espaços educacionais.

Em 1975, o Encontro de Belgrado gerou um documento que definiu os objetivos da educação ambiental da época. A carta de Belgrado incluiu a tomada de consciência dos indivíduos, viabilizando a aquisição de conhecimento a respeito do meio ambiente, estimulando a capacidade de avaliação, favorecendo mudanças de comportamento frente à problemática ambiental e promovendo a resolução de problemas ambientais a partir da participação no desenvolvimento de novos processos.

Outros eventos internacionais marcaram a apreensão da sociedade internacional a respeito do meio ambiente, como a Rio-92 e o Rio+20, ocorridos no Brasil em 1992 e 2012, respectivamente.

Na Rio-92 iniciou-se a construção de ações para proteger o meio ambiente, visando um progresso que garantiria a harmonia com natureza e qualidade de vida para as gerações futuras, desta forma, os países participantes reconheceram o conceito de desenvolvimento sustentável.

A Conferência Rio-92 contou com a presença maciça de chefes de estado, o que não ocorreu na Conferência de Estocolmo, que aconteceu 20 anos antes, o que, por si só, demonstrou a preocupação ambiental nos anos 1990. Nesta Conferência foi instituída a Agenda 21 com metas para a melhoria das condições ambientais do planeta. São questões abordadas na Agenda, dimensões sociais e econômicas, conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento, fortalecimento do papel dos principais grupos sociais e formas de implementação.

A Rio+20 marcou 20 anos das discussões da Rio-92 e teve por objetivo a renovação do compromisso político para um desenvolvimento sustentável avaliando o progresso e as falhas da execução das decisões sobre o assunto. Os dois principais temas abordados foram à economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável envolve a integração entre sociedade, economia e meio ambiente, de forma que, o desenvolvimento não comprometa a capacidade das próximas gerações de suprir as suas necessidades. O crescimento econômico deve considerar a preservação ambiental e a inclusão social.

É fundamental que os governos trabalhem pela sustentabilidade, administrando o crescimento populacional, promovendo tecnologias alternativas como fontes de energia, controlando a urbanização, desenvolvendo programas de prevenção de ecossistemas e da biodiversidade, diminuindo o consumo de energia.

São importantes as ações comunitárias que visem o turismo ecológico, hortas comunitárias, implementação de saneamento básico, uso de painéis solares.

Também são fundamentais as ações individuais, como: uso de sacolas retornáveis nas compras, predileção no consumo de produtos biodegradáveis, economia de água, preferência pelos meios de transporte coletivos e as bicicletas, separação do lixo e coleta seletiva.

**Conhecendo mais**

**Coleta seletiva de lixo**

Os resíduos podem ser separados segundo a sua constituição ou composição, de forma a poderem ser coletados de forma diferenciada, ou seja, seletivamente. Isso é importante, pois possibilita o reaproveitamento e reciclagem de resíduos diminuindo o impacto ambiental causado por eles.

A identificação de latas de lixo através de cores, serve para facilitar a coleta seletiva de materiais descartados, facilitando o reaproveitamento ou a reciclagem desses resíduos.

A resolução CONAMA no 275 de 19 de junho de 2001, estabelece as seguintes cores para as latas de lixo:

Cor	Material
Vermelho	Plástico
Preto	Madeira
Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde
Verde	Vidro
Azul	Papel e papelão
Marrom	Resíduos orgânicos
Laranja	Resíduos perigosos
Cinza	Resíduos gerais não recicláveis ou misturados, ou contaminados não passíveis de separação
Roxo	Resíduos radioativos

O desenvolvimento de nossa sociedade deve ser sustentável, isso quer dizer que ele deve acontecer de uma forma que não cause prejuízos ao ambiente e à qualidade de vida, presente e futura, da humanidade. Por esse motivo é importante que nós, cidadãos, nos interessemos pelas questões ligadas à nossa qualidade de vida. Os cidadãos têm o direito e o dever de participar das decisões que afetem seu país.

## A Química Verde

No início da década de 90, uma nova tendência na maneira como a questão dos resíduos químicos deve ser tratada começou a tomar forma. Esta nova visão do problema, com a proposição de novas e desafiadoras soluções, considera que, fundamentalmente, é preciso buscar uma alternativa que evite ou minimize a produção de resíduos poluentes. Este novo direcionamento na questão da redução do impacto da atividade química ao ambiente vem sendo chamado de “Green Chemistry”, ou Química Verde, química limpa, química ambientalmente benigna, ou ainda, química autossustentável.

A Química Verde se preocupa com o desenvolvimento de produtos químicos e processos que tenham como objetivo diminuir ou eliminar o uso ou geração de substâncias prejudiciais à saúde humana e ao ambiente.

Os princípios da Química Verde podem ser divididos em três grandes categorias:

- o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima;
- aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto;
- evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

Alguns pontos a serem perseguidos para a implementação da Química Verde são enumerados a seguir:

<b>Prevenção de resíduos</b>	evitar a produção do resíduo.
<b>Aproveitamento da matéria-prima</b>	planejar metodologias de produção de forma que toda a matéria-prima seja aproveitada na formação do produto final, sem haver sobras.
<b>Síntese de produtos menos tóxicos</b>	buscar o uso e produção de substâncias que tenham nenhuma ou pouca toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
<b>Planejamento de produtos seguros</b>	projetar produtos que correspondam à função desejada e que não sejam tóxicos.
<b>Evitar ou usar solventes não perigosos</b>	se possível, evitar usar solventes desnecessários ou usar substâncias inócuas.
<b>Busca pela eficiência de energia</b>	buscar o uso de fontes renováveis de energia, minimizar o gasto de energia e preferir processos químicos realizados em condições ambientes de temperatura e pressão.
<b>Uso de matérias-primas renováveis</b>	preferir o uso de matérias-primas renováveis.
<b>Evitar a formação de derivados</b>	evitar etapas e modificações em processos de produção desnecessárias e que possam gerar resíduos.
<b>Produtos degradáveis</b>	projetar produtos que após sua utilização possam ser degradados e não persistam no ambiente.
<b>Prevenção de acidentes</b>	Escolher substâncias e processos que minimizem o risco de acidentes, tais como vazamentos, incêndios e explosões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed., Bookman, 2012.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. Química Ambiental. Trad. M.T. Grassi; M.M. Kondo e M.C. Canela. 4. ed., Bookman, 2011.

BARBOSA, André B.; SILVA, Roberto R. Xampus. Química Nova na Escola, nº 2, 1995.

BARREIRO, Eliezer J. Dos fármacos aos medicamentos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, nº 3, 2001.

BARREIRO, Eliezer J. Introdução a Química de Fármacos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, nº 3, 2001.

BARROS, Augusto A.; BARROS, Elisabete B. P. Química no cotidiano, V.4, 88p. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

BRAIBANTE, Mara E. F.; ZAPPE, Janessa A. A química dos Agrotóxicos. Química Nova na Escola, v. 34, nº 1, 2012.

BRANCO, Samuel M. Energia e meio ambiente. 2. ed. Moderna, 2004.

BRANCO, Samuel M. O meio ambiente em debate. 3. ed. Moderna, 2004.

BRANCO, Samuel M. e Murgel, Eduardo. Poluição do ar. 2. ed. Moderna, 2004.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAUJO, E.; MELO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. Revista Eletrônica de Materiais e Processos (UFMG), v. 6, p. 127-139, 2011.

- CANGEMI, José M.; SANTOS, Antonia M.; NETO, Salvador C. Biodegradação na redução de resíduos plásticos. Química Nova na Escola, nº 22, 2005.
- CANTO, Eduardo Leite do. Minerais, minérios, metais: De onde vêm? Para onde vão? 2. ed. Moderna, 2014.
- CANTO, Eduardo Leite do. Plástico: bem supérfluo ou mal necessário? 2. ed. Moderna, 2013.
- CANTO, Eduardo Leite do. Química na abordagem do cotidiano. Vol 3, 1. ed, Saraiva, 2015.
- CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth. A. Química – 11.ed. Amgh editora, 2013.
- CHASSOT, Attico. Alquimiando a Química. Química Nova, nº 1, 1995.
- CHASSOT, Attico. Nomes que fizeram a Química. Química Nova, nº 5, 1997.
- CHIAVENATO, Júlio J. O massacre da natureza. Moderna, 2005.
- CONAMA. Gestão de resíduos perigosos. Resolução CONAMA nº 275 de 2001  
Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>  
acesso em: 08/06/2018.
- CONTI, J. B. Clima e meio ambiente. 5ª ed. Atual, 1998.
- CORRÊA, Oton Luiz Silva. Petróleo – noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia. 1. ed. Interciência, 2003.
- DIAS, Sandra M.; SILVA, Roberto R. Perfumes. Química Nova na Escola, nº 4, 1996.

- EMSLEY, John. Moléculas em exposição: o fantástico mundo das substâncias e dos materiais que fazem parte de nosso dia a dia. Edgar Blücher, 2001.
- FAEZ, R., REIS, C., FREITAS, P. S., Kosima, O. K., RUGGERI, G., PAOLI, M. A. Polímeros condutores. Química Nova na Escola. N.11. p. 13-18, 2000.
- FELLENBERG, G. Introdução aos problemas da poluição ambiental. E.P.U. SPRINGER-EDUSP. São Paulo, 2000.
- HAGE Jr., Elias. Aspectos históricos sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia de polímeros. Polímeros. v. 8, n. 2, p. 6-9, 1998.
- HELENE, Maria Elisa M. et all. Poluentes atmosféricos. Scipione, 1994.
- JUNIOR, Wilmo E. F. Carboidratos: Estrutura, propriedades e funções. Química Nova na Escola, nº 29, 2008.
- LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. "Green chemistry" – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, Vol. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.
- LIMA, V.F.; MERÇON, F. Metais pesados no ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 33, n.4, p. 199-205, 2011.
- LUCAS, E. F.; SOARES, B. G.; MONTEIRO, E. Caracterização de polímeros – determinação de peso molecular e análise térmica. E-papers, 2001. (Série Instituto de Macromoléculas).
- MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. Meio ambiente poluição e reciclagem. Edgard Blücher, 2005.

- MARIA, Luiz Claudio de Santa; AMORIM, Marcia C. Veiga; AGUIAR, Mônica R. Marques Palermo de; SANTOS, Zilma A. Mendonça; CASTRO, Paula Salgado C.B. Gomes de; BALTHAZAR, Renata G. Petróleo – um tema para o ensino de Química. Química Nova na Escola. n.15, 2002.
- MELO, Artur B. VASCONCELOS, Margarida A. S. Química de alimentos. Recife: UFRPE, 2011.
- MIRANDA, J. G. Era do Plástico. 2010. p. 20. Monografia. Faculdades Integradas Hélio Alonso, Rio de Janeiro, 2010.
- MOZETO, Antonio A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. Química Nova na Escola. Maio, 2001.
- NEIVA, J. Conheça o petróleo. 6ª ed. Expressão e Cultura, 1993.
- NOVAIS, Vera Lúcia D. Ozônio: aliado e inimigo. 1.ed. Scipione, 1997.
- OKI, Maria C. M. A eletricidade e química. Química Nova na Escola, nº 12, 2000.
- OLIVEIRA, Renato J.; SANTOS, Joana M. Energia e Química, nº 8. Química Nova na Escola, 1998.
- PELEGRINI, M.; ARAUJO, R.B. Efeito estufa e camada de ozônio sob a perspectiva da interação radiação-matéria e uma abordagem sobre os acordos internacionais sobre o clima. Química nova na escola, v. 40, p. 72-78, 2018.
- PIATTI, Tânia M.; RODRIGUES, Reinaldo A. F. Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais. EDUFAL, 2005.
- PINHEIRO, Denise M. PORTO, Karla R. A. MENEZES, Maria E. S. A química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais. EDUFAL, 2005.

RAMOS, Alysson; MERÇON, Fábio; PINHEIRO, Marcelo. Tempo de Ciências. V.9. 1 ed. Editora do Brasil, 2016.

REIS, Ivoni F.; FARIA, Fernanda L. Abordando o Tema Alimentos Embutidos. Química Nova na Escola, v. 37, nº 1, 2015.

REIS, Martha. Química orgânica - coleção completamente Química. FTD, 2001.

SALVADOR, Edgard; USBERCO, Joao. Q3 - Química Orgânica. V.3. 13.ed. Saraiva. 2014.

SANTOS, Wildson; MÓL, Gérson de Souza. Química cidadã. São Paulo: AJS, v. 3, 2013.

SCARLATO, Francisco Capuano; PONTIN, Joel A. Do Nicho ao Lixo. 16ª ed. Atual, 1992.

SILVA, Eduardo Roberto da; SILVA, Ruth Rumiko Hashimoto da. Álcool e gasolina – combustíveis do Brasil. 5ª ed. Scipione, 1997.

UCKLO, David A. Química para as Ciências da Saúde. 2.ed. Manole, 1992.

VANIN, José Atílio. Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro. 2ª ed. Moderna, 2013.

**Sítios da Internet:** disponíveis em 27/11/2020.

<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/perfil-da-industria/>

<http://abnt.org.br/>

<http://coral.ufsm.br/daquil/pag-div-his.html>

<http://cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Carvao-Mineral-2558.html>

<http://crq3.org.br/historia-da-quimica/>

[http://docente.ifsc.edu.br/claudio.schaeffer/material/2\\_Mecatr%C3%B4nica/Materiais\\_1\\_Meca\\_2/Apostila\\_Materiais\\_para\\_Aulas.pdf](http://docente.ifsc.edu.br/claudio.schaeffer/material/2_Mecatr%C3%B4nica/Materiais_1_Meca_2/Apostila_Materiais_para_Aulas.pdf)

<http://ibram.org.br/sites/1300/1382/00004035.pdf>

<http://minaspetro.com.br/blog/2015/08/13/os-4-tipos-de-combustivel-comercializados-em-postos-brasileiros/>

<http://periodictable.com/>

<http://recicloteca.org.br/material-reciclavel/metals/aluminio/>

<http://sobiologia.com.br/>

<https://cbie.com.br/artigos/qual-o-ranking-do-brasil-na-producao-de-petroleo-global/>

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/88403/mod\\_resource/content/1/Ligas%20de%20ouro%20tradicionais%20ou%20cl%C3%A1ssicas%20e%20baixo%20conteudo.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/88403/mod_resource/content/1/Ligas%20de%20ouro%20tradicionais%20ou%20cl%C3%A1ssicas%20e%20baixo%20conteudo.pdf)

<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/bacias/>

<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/produtos/aviacao/querosene-de-aviacao/>

<https://www.gov.br/anm/pt-br>

<https://www.gov.br/anp/pt-br>

<https://www.gov.br/mma/pt-br>

### **Softwares utilizados:**

ACD/ChemSketch (Freeware)

Paint

Canva

# CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

18

1	2,1											2	4,0																				
Hidrogênio	H											He	Helônio																				
3	1,0	4	1,5											10	4,0																		
Li	Li	Be	Be											Ne	Neônio																		
7,0	7,0	9,0	9,0											19,0	19,0																		
Lítio	Li	Berílio	Be											Fluor	Fluor																		
11	0,9	12	1,2											17	3,0																		
Na	Na	Mg	Mg											Cl	Cloro																		
23,0	23,0	24,3	24,3											35,5	35,5																		
Sódio	Na	Magnésio	Mg											Cloro	Cloro																		
19	0,8	20	1,0	21	1,3	22	1,4	23	1,6	24	1,6	25	1,5	26	1,8	27	1,8	28	1,8	29	1,9	30	1,6	31	1,6	32	1,8	33	2,0	34	2,4	35	2,8
Potássio	K	Calcio	Ca	Escândio	Sc	Ti	Ti	V	Cr	Cr	Fe	Fe	Co	Co	Ni	Ni	Cu	Cu	Zn	Zn	Ga	Ga	Ge	Ge	As	As	Se	Se	Br	Br			
39,1	39,1	40,0	40,0	45,0	45,0	47,9	47,9	50,9	52,0	54,9	55,8	58,9	58,9	58,7	58,7	63,5	63,5	65,4	65,4	69,7	69,7	72,6	72,6	74,9	74,9	79,0	79,0	79,9	79,9				
Rúbio	Rb	Estroncio	Sr	Ítrio	Y	Zr	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Pd	Ag	Ag	Cd	Cd	In	In	Sn	Sn	Sb	Sb	Te	Te	I	I	Xe	Xe			
85,5	85,5	87,6	87,6	88,9	88,9	91,2	91,2	92,9	93,9	98,9	101,0	102,9	106,4	106,4	107,9	107,9	112,4	112,4	114,8	114,8	118,7	118,7	121,6	121,6	127,6	127,6	127,0	127,0	131,3	131,3			
Césio	Cs	Bário	Ba	Série dos Lantanídeos	Série dos Lantanídeos	Hf	Hf	Ta	W	Re	Os	Pt	Pt	Au	Au	Hg	Hg	Tl	Tl	Pb	Pb	Bi	Bi	Po	Po	At	At	Rn	Rn				
132,9	132,9	137,3	137,3	178,5	178,5	180,9	180,9	183,9	186,2	190,2	192,2	192,2	195,1	195,1	200,6	200,6	204,4	204,4	207,0	207,0	209,0	209,0	210	210	210	210	222	222	222	222			
Frâncio	Fr	Rádium	Ra	Rutherfordio	Rutherfordio	Rf	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Ds	Ds	Rg	Rg	Cn	Cn	Nh	Nh	Fl	Fl	Mc	Mc	Lv	Lv	Ts	Ts	Og	Og				
223	223	226	226	261	261	262	262	263	264	265	265	269	269	272	272	285	285	286	286	289	289	288	288	292	292	294	294	294	294				
87	0,7	88	0,9	89-103	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	111	112	112	113	113	114	114	115	115	116	116	117	117	118	118	118	118			

SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57	1,1	58	1,1	59	1,1	60	1,1	61	1,1	62	1,2	63	1,2	64	1,2	65	1,2	66	1,2	67	1,2	68	1,2	69	1,2	70	1,2	71	1,3
Lantânio	La	Ce	Ce	Pr	Pr	Nd	Nd	Pm	Pm	Sm	Sm	Eu	Eu	Gd	Gd	Tb	Tb	Dy	Dy	Ho	Ho	Er	Er	Tm	Tm	Yb	Yb	Lu	Lu
138,9	138,9	140,1	140,1	140,9	140,9	144,2	144,2	147	147	150,4	150,4	152,0	152,0	157,3	157,3	158,9	158,9	162,5	162,5	164,9	164,9	167,3	167,3	168,9	168,9	173,0	173,0	174,9	174,9

SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89	1,1	90	1,3	91	1,5	92	1,7	93	1,3	94	1,3	95	1,3	96	1,3	97	1,3	98	1,3	99	1,3	100	1,3	101	1,3	102	1,3	103	1,3
Actínio	Ac	Th	Th	Pa	Pa	U	U	Np	Np	Pu	Pu	Am	Am	Cm	Cm	Bk	Bk	Cf	Cf	Es	Es	Fm	Fm	Md	Md	No	No	Lr	Lr
227	227	232,0	232,0	231	231	238,0	238,0	237	237	242	242	243	243	247	247	247	247	251	251	254	254	255	255	256	256	253	253	257	257

Número Atômico	Eletronegatividade
SÍMBOLO	
Nome e do Elemento	
Massa Atômica Aproximada	

Ordem Crescente de Energia dos Subníveis : 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p



**NEPE**

Núcleo de Extensão, Pesquisa e Edição  
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues de Silveira

Distribuição gratuita - venda proibida