

Manuel Sérgio de Sá Carneiro

# INTRODUÇÃO À QUÍMICA ORGÂNICA



Janeiro de 2010

*Sebenta de apoio ao estudo do módulo Q7 – Compostos Orgânicos da disciplina Física e Química leccionada no Curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente.*

**ÍNDICE**

1 – INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA ORGÂNICA .....	4
2 - HISTÓRIA DA QUÍMICA ORGÂNICA .....	4
3 – A QUÍMICA DO CARBONO .....	8
4 – APLICAÇÕES DA QUÍMICA ORGÂNICA .....	10
5 – ALCANOS.....	18
6 – CICLOALCANOS .....	24
7 – ALCENOS.....	25
8 - ALCINOS.....	28
9 – HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS.....	29
10 – Álcoois .....	34
11 – Aldeídos .....	37
12 – Cetonas.....	39
13 - Ácidos carboxílicos .....	42
14 – Ésteres .....	44
15 – Éteres.....	46
16 – Aminas .....	47
17 - Reações de combustão.....	49
18 – Bibliografia.....	52
19 – Webgrafia .....	53

## 1 - INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA ORGÂNICA

O presente documento constitui uma “Sebenta de Química Orgânica” e destina-se como material de apoio às aulas do Módulo Q7 – Compostos Orgânicos. Reacções Químicas, da disciplina de Física e Química do Curso de Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente da Escola Secundária Augusto Gomes. Ao longo dos diversos capítulos, para além dos conceitos desenvolvidos ao longo das aulas, foram introduzidos diversos exemplos do mundo actual de forma a motivar e contextualizar os alunos no estudo da química orgânica, assim como, contribuir para a literacia científica dos alunos.

## 2 - HISTÓRIA DA QUÍMICA ORGÂNICA

O princípio do domínio da química é o domínio do fogo pelo *Homo erectus*. O fogo também permitia ao Homem aquecer-se nos dias de baixas temperaturas, assim como conservar melhor os alimentos recorrendo ao processo de fumagem - especialmente para conservar a carne e o peixe.

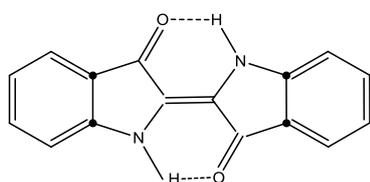
### Civilização Egípcia

Na Civilização Egípcia a utilização de produtos e técnicas “científicas” era amplamente difundida: utilizavam o índigo (proveniente do anil) e a alizarina para tingir têxteis.

Actualmente ainda se utiliza o índigo para tingir as calças de ganga, mas este corante é obtido por processos industriais.

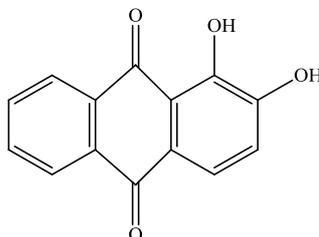


Ilustração 1 - O índigo é utilizado como corante nos blusões e nas calças de ganga.



Fórmula de estrutura do corante índigo

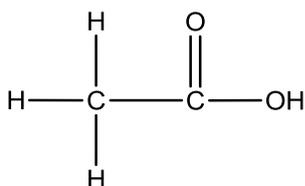
A alizarina é um corante vermelho derivado da raiz da *Rubia tinctorum*. A palavra alizarina deriva do árabe *al-usara*, que significa sumo. A alizarina é também o nome genérico de uma variedade de corantes, tais como o “Verde Alizarina Cianina G” e o “Azul Brillhante Alizarina R” (Ferreira, Hulme, McNab, & Quye, 2004).



Fórmula de estrutura do corante Alizarina

Por sua vez, os **Fenícios** utilizam um corante de cor púrpura, o qual era obtido a partir das glândulas branquiais do molusco *Murex trunculus*, para tingir tecidos. Todos estes corantes eram de origem orgânica, o que demonstra que o Homem possui um domínio da química orgânica desde o aparecimento da civilização (Ferreira, Hulme, McNab, & Quye, 2004).

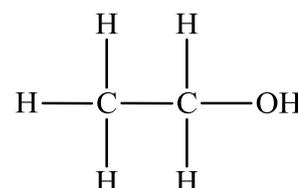
Na **Bíblia** existem descrições relativas à fermentação das uvas para produzir álcool etílico, assim como da utilização do vinho para produzir vinagre.



Fórmula de estrutura do ácido acético (vinagre).



Ilustração 2 - Uvas



Fórmula de estrutura do álcool etílico.

## Idade Média

O alquimista islâmico *Jabir Ibn Hayyan* descobriu, no Século VIII, o ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ). Na Europa, em plena Idade Média também se conhecia as propriedades ácidas do limão. Esta informação é descrita na inciclopédia *Speculum Majus* (Wikipédia).



Ilustração 3 - Limões.

### O ácido cítrico

O ácido cítrico ou **ácido 2-hidroxiopropano-1,2,3-tricarboxílico** (IUPAC), é um ácido orgânico presente nos citrinos. É utilizado como conservante natural, dando um sabor ácido e refrescante na preparação de alimentos e de bebidas. (Wikipédia).

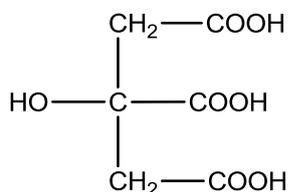
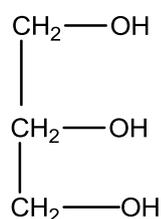


Ilustração 4 - Os supositórios de glicerina possuem um efeito laxativo.

O **glicerol** ou **propano-1,2,3-triol** (nome IUPAC) é um composto orgânico pertencente à família dos **álcoois**. É líquido à temperatura ambiente, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. Está presente em todos os óleos e gorduras de origem animal e vegetal. É largamente utilizado na indústria alimentar e farmacêutica.



## *O desenvolvimento da Química Orgânica*

Com o culminar da Química Tradicional do Século XVIII, **Torbern Olof BERGMANN (1735 1784)**, dividiu, em 1777, a Química em:

- **QUÍMICA ORGÂNICA** (Química dos compostos existentes nos organismos vivos)
- **QUÍMICA INORGÂNICA** (Química dos compostos existentes no reino animal)

Deste modo surgiu a distinção entre matéria orgânica e matéria inorgânica.

No final do século XVIII e início do século XIX, os químicos começaram a dedicar-se ao estudo das substâncias encontradas em organismos vivos.

Como todas as substâncias orgânicas conhecidas eram extraídas de animais e vegetais, os químicos supunham que elas não poderiam ser produzidas (sintetizadas) em laboratório.

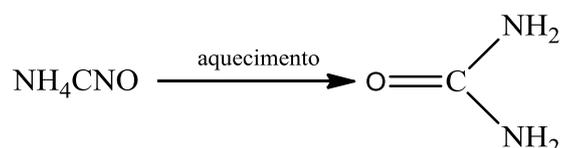
## TEORIA DO VITALISMO

Foi uma teoria formulada por **Jons Jacob Berzelius** (1807), a qual descrevia que a matéria orgânica só podia ser produzida pelos seres vivos – *vis vitalis* (força ou energia vital) inerente na própria vida.

A base desta teoria era a dificuldade de obter matéria orgânica a partir de substâncias inorgânicas.

### A primeira síntese...

Em 1828, **Friedrich Wöler**, discípulo de Berzelius, foi o primeiro cientista a sintetizar um composto orgânico (ureia) a partir de um composto inorgânico (cianato de amônio).



Como Wöler sintetizou um composto orgânico a partir de um composto inorgânico, pôs em causa a **Teoria do Vitalismo**.

Com o desenvolvimento da ciência e com o contributo de Berzelius percebeu-se que a definição de Bergman para a química orgânica não era adequada, então o químico alemão *Friedrich August Kekulé* propôs a nova definição aceite actualmente:

“**Química Orgânica** é o ramo da Química que estuda os compostos do carbono”. Esta afirmação está correcta, contudo, nem todos os compostos que contêm carbono são orgânicos, por exemplo, o dióxido de carbono, o ácido carbónico, a grafite, o diamante, etc, mas todos os compostos orgânicos contêm carbono e hidrogénio.

### 3 - A QUÍMICA DO CARBONO

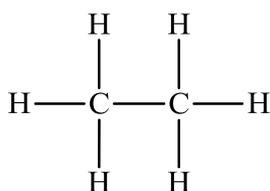
O químico alemão Friedrich Kekulé (1829 – 1896) desenvolveu diversas investigações na área da química orgânica, inclusivamente propôs a Teoria da Tetravalência do Carbono (ano 1858).

As principais características do átomo de carbono são:

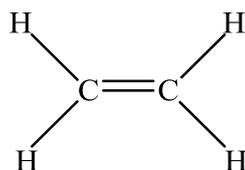
- O número atómico do carbono é 6 e a sua configuração electrónica é:  $K = 2$  e  $L = 4$ . Como possui quatro electrões na última camada - electrões de valência, os quais podem formar quatro ligações covalentes.

Recordemos, que uma ligação covalente consiste na partilha de um par de electrões por dois átomos. Deste modo, cada electrão de valência poderá estabelecer uma ligação química a outro átomo. Assim, o átomo de carbono poderá estabelecer quatro ligações químicas de forma a obedecer à regra do octeto.

- O átomo de carbono, porque tem quatro electrões de valência, tem a capacidade de estabelecer quatro ligações covalentes que podem ser ligações simples, duplas e triplas.



Ligação simples (etano)



Ligação dupla (eteno)



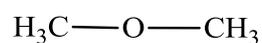
Ligação tripla (etino)

- O átomo de carbono tem a capacidade de se ligar a outros átomos, formando cadeias curtas (por exemplo, o etano) ou longas (por exemplo, os polímeros) com as mais variadas disposições.

- Surge um novo conceito: isómero – dois compostos diferentes possuem a mesma fórmula molecular mas diferente fórmula de estrutura. Por exemplo, o álcool etílico e o éter dimetílico, são substâncias com propriedades químicas diferentes, mas a sua fórmula molecular é  $C_2H_6O$ .



Álcool etílico



Éter dimetílico

Em suma, o átomo de carbono é um elemento “especial” porque:

- ✓ Na maioria dos compostos orgânicos, o carbono encontra-se ligado a átomos de hidrogénio, oxigénio, azoto, enxofre e outros, embora o carbono se possa ligar praticamente a todos os elementos, quer metálicos quer não metálicos. Deste modo, pode-se originar uma grande variedade de compostos orgânicos.
- ✓ Pode estabelecer ligações fortes a outros átomos de carbono e assim criar cadeias longas e ramificadas ou em anéis.

## 4 – APLICAÇÕES DA QUÍMICA ORGÂNICA

Os compostos orgânicos são as substâncias químicas que contêm carbono e hidrogênio, podendo também conter elementos tais como o oxigênio, o azoto, o enxofre, o fósforo, o boro e os halogênios. Usualmente não se considera moléculas orgânicas os carbonatos e os óxidos de carbono.

Os elementos químicos acima referidos (C, H, O, N, S, P, B e halogênios) dão origem a diversos compostos orgânicos que são classificados conforme as suas cadeias e funções químicas.

Ao longo dos últimos séculos verificou-se um crescimento exponencial do número de compostos orgânicos conhecidos devido ao avanço científico e tecnológico. Para além dos compostos orgânicos naturais, presentes nas mais diversas situações do nosso quotidiano, a espécie humana conseguiu sintetizar um número muito grande de novos compostos orgânicos, sintetizados, que se tornaram responsáveis por modificações dos nossos hábitos de vida, e dos quais acabamos por nos tornar dependentes. Deste modo, a química orgânica está presente em todas as situações do quotidiano. A química orgânica está presente nas mais diversas áreas da Indústria, nomeadamente:

Indústria Petroquímica

Indústria Farmacêutica

Indústria Têxtil

Indústria de Polímeros

Indústria Alimentar

Ambiente

### **Indústria Petroquímica**

As refinarias de petróleo são um local onde se manipulam compostos orgânicos, nomeadamente hidrocarbonetos, a partir dos quais, se obtêm matérias-primas para diversas indústrias, como por exemplo: a indústria dos polímeros (macromoléculas), combustíveis, etc. Do petróleo pode-se obter gasolina, gasóleo, óleos lubrificantes, parafina, vaselina, etc.

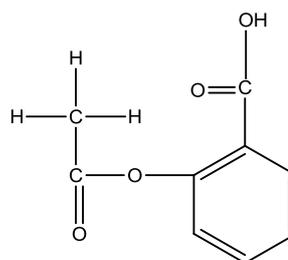
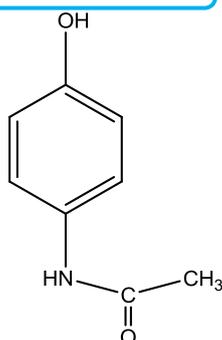
## Indústria Farmacêutica

Actualmente 90% dos medicamentos são de origem orgânica, como por exemplo: o AZT (medicamento para combater o vírus da SIDA), a aspirina (analgésico) e o paracetamol (anti-pirético).

**Paracetamol** : analgésico e anti-pirético.



Ilustração 5 - Embalagem de ben-u-ron, um conhecido analgésico e anti-pirético.



**Aspirina** (ácido acetilsalicílico): analgésico e antipirético. Foi o primeiro medicamento a ser sintetizado. Este composto é derivado do ácido salicílico existente na casca do salgueiro o qual também possui propriedades terapêuticas.

## Indústria Têxtil

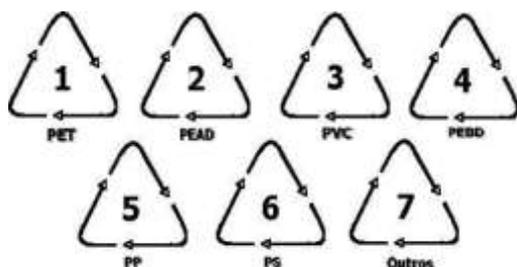
A indústria têxtil é uma indústria “tradicional” em Portugal, a qual utiliza fibras têxteis naturais (lã, seda e algodão) de origem orgânica, assim como fibras têxteis de origem sintética: nylon, poliéster e viscose. A maior parte dos corantes utilizados nas tinturarias são também de origem orgânica.



Ilustração 6 - T-shirt de produzida a partir do algodão.

## Indústria dos polímeros

Os polímeros são macromoléculas orgânicas, os quais podem ter uma origem natural, como por exemplo, o algodão (constituído por celulose), assim como podem ter uma origem sintética, como por exemplo, o polietileno, o polipropileno e o poliestireno. Os polímeros sintéticos são produzidos industrialmente por síntese orgânica, sendo utilizados na indústria automóvel, indústria do calçado, materiais de embalagem, na área da saúde, assim como em produtos de uso doméstico.



Código dos diversos plásticos (polímeros) que se pode encontrar no mercado. Por exemplo, um produto que possua o código 5 significa que é de polipropileno.

Ilustração 7 - Símbolos internacionais (de reciclagem) para alguns polímeros.

## Indústria alimentar



Ilustração 8 - Os vegetais contêm diversos compostos orgânicos.

Na indústria alimentar utilizam-se diversas substâncias orgânicas de origem orgânica para conservar e melhorar as características dos alimentos, os quais são designados por aditivos alimentares. Algumas classes de aditivos alimentares são: os corantes, os aromatizantes, os conservantes, os antioxidantes, etc. Todos os alimentos (carne, peixe, frutas, vegetais, etc) são constituídos por compostos orgânicos.

## Ambiente

Na natureza pode-se identificar diversos compostos orgânicos como por exemplo a clorofila, a celulose e o  $\beta$ -caroteno. Por outro lado, muitas das substâncias químicas que poluem o ambiente são compostos orgânicos, como é o caso dos pesticidas e dos detergentes que poluem a água.

### Clorofila

Os cloroplastos das plantas contêm um conjunto de pigmentos fotossintéticos, vulgarmente designados por clorofila.

A cor verde da clorofila é devido a estes compostos orgânicos absorverem radiação electromagnética da região azul e vermelha do espectro electromagnético, transmitindo a cor verde. A clorofila consegue transformar a energia solar em energia química através do processo de fotossíntese. Neste processo a energia absorvida pela clorofila transforma o dióxido de carbono e a água em hidratos de carbono e oxigénio (wikipedia, 2010).

Além das clorofilas, os carotenóides são pigmentos que absorvem luz em comprimentos de onda diferentes da clorofila. Estes pigmentos transferem energia luminosa para a clorofila.

### Pesticidas

Na agricultura utilizam-se substâncias orgânicas (herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc.) para evitar que as pragas destruam a produção agrícola. Uma classe de insecticidas são os compostos organoclorados que contêm cloro na sua constituição, os quais também são compostos orgânicos.

Outra classe de insecticidas são os compostos organofosforados que contêm fósforo na sua constituição.

Os compostos orgânicos fazem parte dos seres vivos, e encontram-se presentes no organismo humano na forma de lípidos, proteínas e hidratos de carbono (60% m/m). Os hidratos de carbono em geral (por exemplo: a celulose e a glucose) são constituídos por átomos de carbono, hidrogénio e oxigénio.

Mas existem muitas outras aplicações da química orgânica:

Sabões e detergentes

Explosivos, armas

Fertilizantes

Insecticidas

Pesticidas

Perfumes

Tintas

Etc

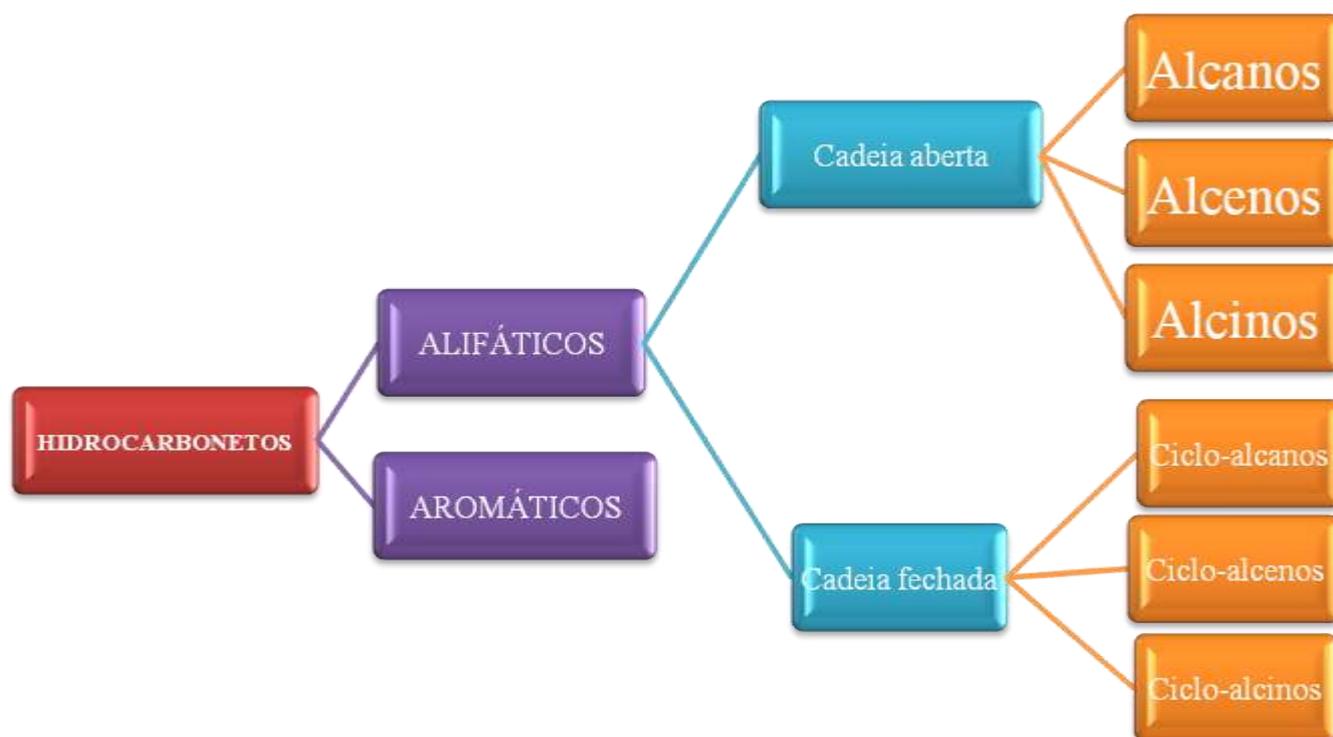
*Se existem tantos compostos orgânicos, como podemos identificá-los?  
Como existem tantos milhões de compostos, não será difícil atribuir um nome  
sem os confundir?*

É necessário agrupar os diversos compostos orgânicos em *famílias*. Os diversos compostos orgânicos de uma família

Um hidrocarboneto é um composto formado exclusivamente por átomos de carbono e de hidrogénio. Os compostos que possuem oxigénio e azoto para além de carbono e hidrogénio, são compostos derivados de hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos aromáticos são compostos orgânicos que contêm pelo menos um anel benzénico na sua constituição. Os restantes compostos orgânicos são alifáticos (compostos com ligações simples, duplas ou triplas, podendo ser de cadeia linear, ramificada ou fechada).

Os hidrocarbonetos alifáticos podem ser compostos de cadeia aberta: alcanos (apenas com ligações simples), alcenos (compostos com pelo menos uma ligação dupla) e alcinos (compostos com pelo menos uma ligação tripla) ou compostos de cadeia fechada – compostos cíclicos.

Os hidrocarbonetos alifáticos de cadeia fechada podem ser: cicloalcanos (compostos orgânicos de cadeia fechada, apenas com ligações simples), cicloalcenos (compostos orgânicos de cadeia fechada, com pelo menos uma ligação dupla) e por fim, cicloalcinos (compostos orgânicos de cadeia fechada, com pelo menos uma ligação tripla).

**FAMÍLIAS DE HIDROCARBONETOS**

*Para definir um composto orgânico, será suficiente identificar a família de hidrocarbonetos a que pertence?*

Vamos imaginar que temos dois compostos com o mesmo nome, mas um dos compostos é benigno e o outro é perigoso. Já imaginaste o risco que seria para um manipulador?

Deste modo é necessário atribuir um nome, único, de forma a não confundir dois ou mais compostos orgânicos.

A IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), organização não governamental (ONG) internacional dedicada à Química. Foi criada em 1919, em Genebra. É a autoridade reconhecida no desenvolvimento de regras para a denominação dos compostos químicos.



Ilustração 9 - Logótipo da IUPAC.  
<http://www.iupac.org/>

## **COMPOSTOS ORGÂNICOS: CARACTERÍSTICAS GERAIS**

### **Polaridade**

Como a diferença de electronegatividade entre os átomos de carbono e hidrogénio é pequena, os compostos orgânicos formados apenas por carbono e hidrogénio são apolares. Se um composto orgânico conter outro elemento químico, para além de carbono e do hidrogénio, este composto apresentará polaridade.

### **Solubilidade**

Geralmente os compostos orgânicos são solúveis noutros compostos orgânicos. No entanto, alguns compostos orgânicos são solúveis em água devido à formação de ligações de hidrogénio entre a água e as moléculas orgânicas (por exemplo a glucose e o ácido acético).

### **Combustibilidade**

Regra geral os compostos orgânicos são bons combustíveis, ou seja, queimam-se com facilidade. Exemplos: gás butano e propano (utilizados nos fogões).

### **Ponto de fusão e de ebulição**

Geralmente os compostos orgânicos apresentam pontos de fusão e de ebulição baixos. Os principais factores que influenciam o ponto de ebulição e de fusão de uma substância são o tamanho, a geometria da molécula e a polaridade da molécula. Quanto mais forte forem as forças intermoleculares, maior será o ponto de ebulição.

## 5 – ALCANOS

Os alcanos são compostos orgânicos com ligações simples entre os átomos de carbono e possuem a cadeia aberta. Os alcanos como não contêm ligações múltiplas designam-se por hidrocarbonetos saturados.

Em condições ambientais, os alcanos apresentam-se nos estados sólido, líquido ou gasoso, dependendo do número de átomos de carbono da cadeia.

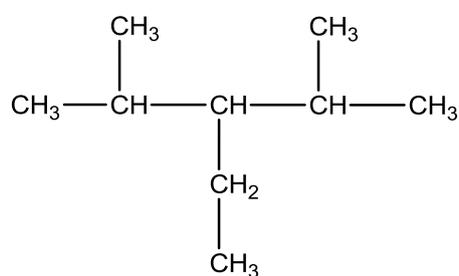
Os alcanos de cadeia normal constituídos por um a quatro átomos de carbono são gases, de cinco a quinze átomos de carbono são líquidos e de dezasseis átomos de carbono em diante são sólidos, nas condições normais de temperatura e pressão.

Os alcanos são compostos apolares, deste modo, são insolúveis em solventes polares como a água, porém são solúveis em solventes apolares, como o benzeno, e em solventes fracamente polarizados, como o álcool etílico.

### EXEMPLOS DE ALCANOS



Alcano de cadeia linear



Alcano de cadeia ramificada

## 5.1 – NOMENCLATURA DOS ALCANOS

Os alcanos, hidrocarbonetos saturados de cadeia aberta, apresentam apenas ligações simples entre os átomos de carbono. Os quatro primeiros alcanos da série são: metano, etano, propano e butano, sendo a fórmula geral dos alcanos é  $C_nH_{2n+2}$ .

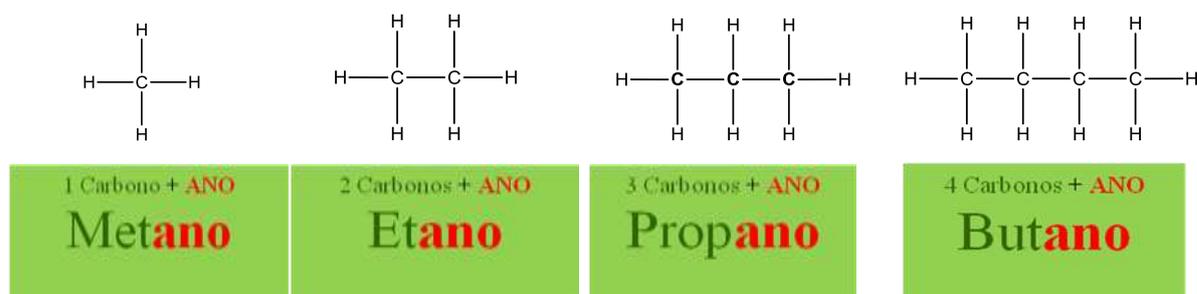
Os nomes oficiais dos compostos orgânicos são formados por:

- 1) Prefixo - indica o número de átomos de carbono da cadeia principal;
- 2) Sufixo - indica o tipo da ligação principal na cadeia principal, assim como a função principal do composto orgânico.

**Tabela 1** - Número de átomos de carbono da cadeia principal e o respectivo prefixo.

Número de carbonos	Prefixo
1	Met
2	Et
3	Prop
4	But
5	Pent
6	Hex
7	Hept
8	Oct
9	Non
10	Dec

Como exemplo, vamos analisar a molécula do metano. Como a molécula tem apenas um átomo de carbono o prefixo é “met”. Relativamente ao sufixo, o qual indica o tipo da ligação principal na cadeia principal, assim como a função principal do composto orgânico. Como o composto em questão é um hidrocarboneto e só tem ligações simples (alcano), então o sufixo é “ano”. Deste modo, obtém-se a designação “metano”. O sufixo “**ano**” indica que se trata de um composto da família dos **alcanos**.



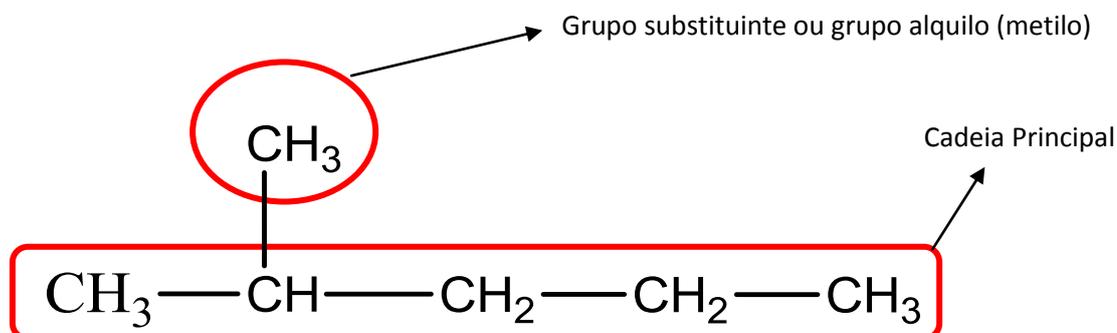
Quando na cadeia principal existem “ramificações” é necessário assinalar a posição dessa ramificação e a sua constituição. O nome a atribuir a estas ramificações está relacionado com o nome do hidrocarboneto equivalente (com mais um átomo de hidrogénio). Estes substituintes têm a designação de grupos alquilo.

**Tabela 2** – Hidrocarbonetos, grupos alquilo correspondentes e respectivas fórmulas de estrutura.

HIDROCARBONETO	GRUPO ALQUILO	FÓRMULA
Metano	Metilo	CH <sub>3</sub> -
Etano	Etilo	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> - ou C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -
Propano	Propilo	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> - ou C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -
Propano	Isopropilo	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Butano	n- butilo	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —
Butano	Terc-butilo	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Butano	Isobutilo	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Quando se substitui um átomo de hidrogénio, existente numa cadeia carbonada, por um grupo que possua átomos de carbono e de hidrogénio (como por exemplo:  $\text{CH}_3$ ), esta espécie designa-se por grupo substituinte ou grupo alquilo. O nome dos diversos grupos alquilo obtém-se adicionando o sufixo ilo ao nome do hidrocarboneto que lhe deu origem.

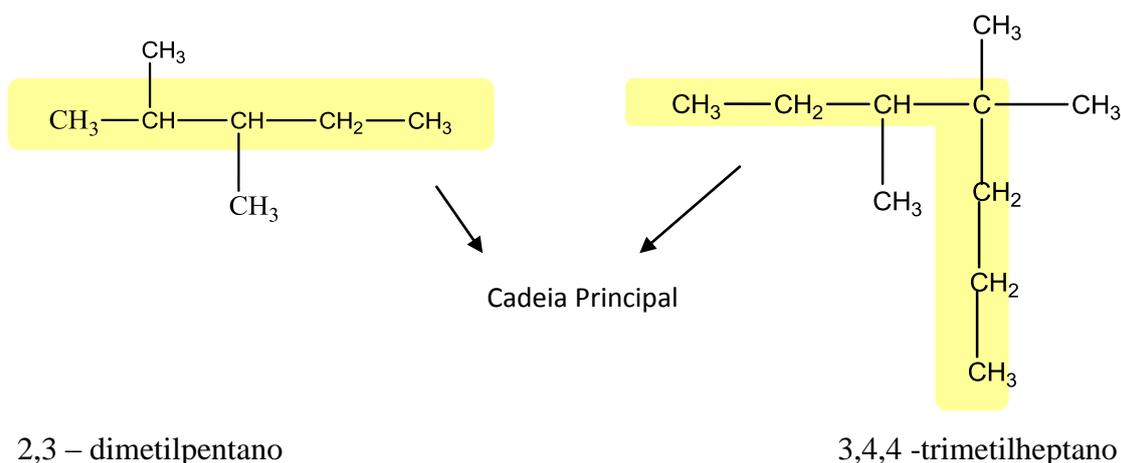
Vamos considerar o composto orgânico abaixo indicado.



Fórmula de estrutura do composto 2-metilpentano

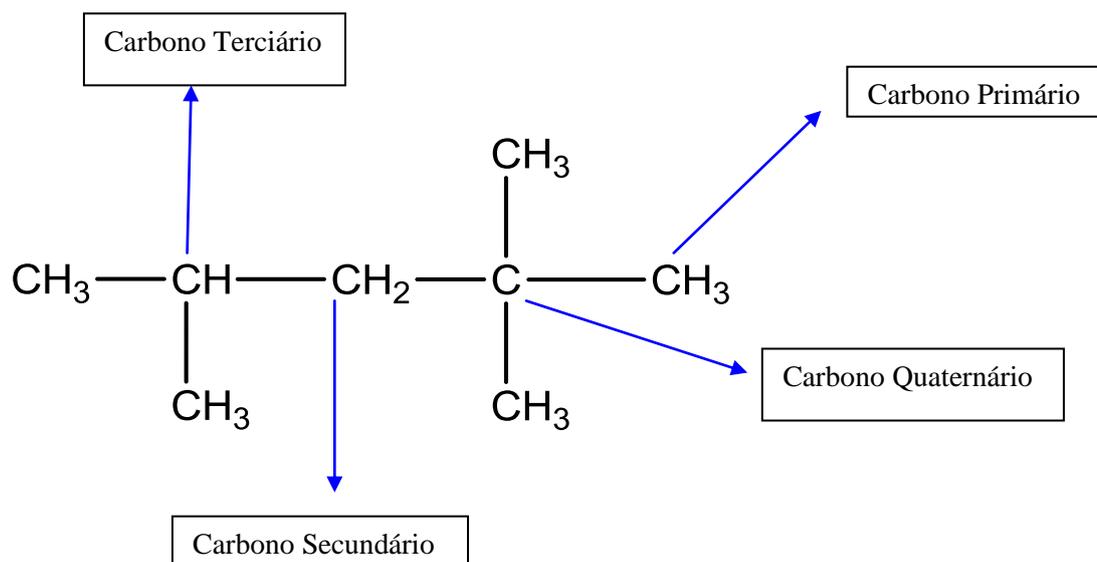
## REGRAS DE NOMENCLATURA DE ALCANOS

1. Identificar a cadeia de carbonos mais longa ou cadeia principal e dar-lhe o nome do hidrocarboneto linear que contém esse número de carbonos.
2. Identificar os grupos alquilo ligados à cadeia principal.
3. Numerar os carbonos da cadeia mais longa, tendo o cuidado de iniciar a numeração pela extremidade da cadeia em que os grupos alquilo fiquem na posição de numeração mais baixa possível.
4. O nome do alcano forma-se do seguinte modo:
5. Indicar o nome dos substituintes por ordem alfabética, sendo cada um deles precedido do número do átomo de carbono ao qual se encontra ligado, separado por um hífen;
6. Se existir mais do que um grupo alquilo idêntico, o seu nome é precedido do prefixo numérico, di, tri, tetra, penta, etc.
7. Juntar ao anterior o nome do alcano principal.



### Classificação dos átomos de carbono de um composto orgânico

Vamos considerar o seguinte alcano.



Um carbono primário é aquele que apenas se encontra ligado a um outro átomo de carbono. Por outro lado, um carbono secundário é um carbono que se encontra ligado a dois outros átomos de carbono.

Um carbono terciário é um carbono que se encontra ligado a três átomos de carbono e por último, um carbono quaternário é um carbono que se encontra ligado a quatro átomos de carbono.

## FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DOS COMPOSTOS

Na química representa-se as moléculas por fórmulas químicas, as quais podem ser de diversos tipos:

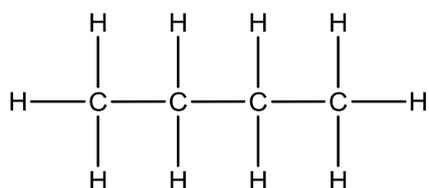
- Fórmula de estrutura – indicam a natureza e o número de átomos que constituem a molécula, assim como o arranjo dos átomos na molécula. Deste modo, representa-se todas as ligações entre os átomos que constituem a molécula.

- Fórmula molecular – indicam a natureza e o número dos átomos que constituem a molécula. No caso do butano:  $C_4H_{10}$

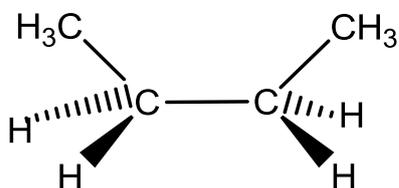
- Fórmula empírica – indicam a natureza e a proporção relativa dos átomos que constituem a molécula.

Um composto orgânico pode ser representado pela fórmula estrutural e pela fórmula estereoquímica.

### EXEMPLO: REPRESENTAÇÃO DO BUTANO



**Fórmula estrutural de estrutura** – é uma fórmula que indica a conectividade (modo como se ligam uns aos outros) entre os diferentes átomos.



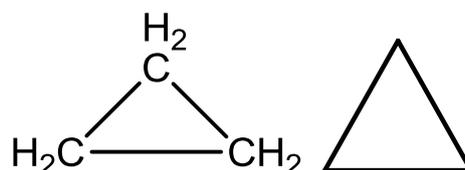
**Fórmula estereoquímica** – representa, a duas dimensões, o arranjo tridimensional dos átomos. Traços unem átomos considerados no plano do papel, o tracejado aponta para o átomo de hidrogénio para trás do plano do papel e o traço em cunha indica o átomo de hidrogénio para a frente do plano do papel.



Fórmula de estrutura escrita em **modo simplificado**.

## 6 – CICLOALCANOS

Os cicloalcanos são compostos de carbono e hidrogénio em que os átomos de carbono se ligam de modo a formar anéis - compostos cíclicos.



Ciclopropano

Nos cicloalcanos não existem carbonos primários.

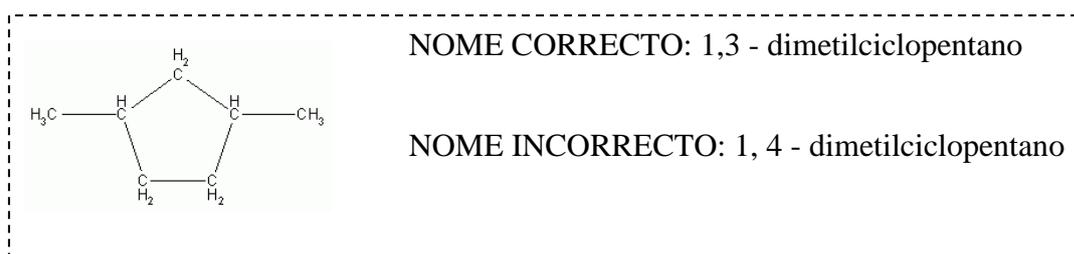
A fórmula geral dos cicloalcanos possui menos dois átomos de hidrogénio, os quais foram “eliminados” para que se estabelecesse a ligação entre os dois átomos de carbono terminais. Deste modo, a fórmula geral dos cicloalcanos é  $C_nH_{2n}$ .

**O sistema de nomenclatura IUPAC utilizado para dar nome a um cicloalcano é o seguinte:**

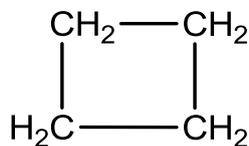
1 – O nome do cicloalcano é construído a partir do nome do alcano de cadeia aberta correspondente, precedido pelo prefixo ciclo.

2 – Numeração dos átomos do anel: no caso dos alcanos monossustituídos (apenas possuem um grupo substituinte), ao átomo de carbono com o grupo substituinte será atribuído o número 1; no caso de cicloalcanos polissustituídos (possuem mais de um grupo substituinte), a numeração é atribuída de modo que correspondam os números mais baixos aos grupos substituintes correspondentes; em caso de “empate” entre duas numerações, opta-se pela que segue a ordem alfabética dos substituintes.

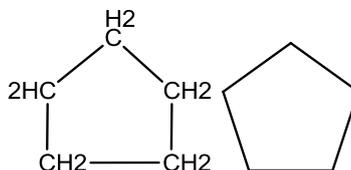
### EXEMPLO:



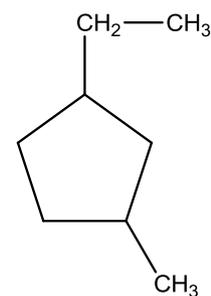
## EXEMPLOS DE CICLOALCANOS



Ciclobutano



Ciclopentano

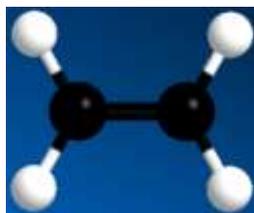


1-etil-3-metilciclopentano

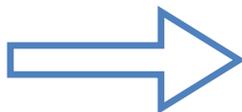
## 7 - ALCENOS

Nos hidrocarbonetos saturados, cada átomo de carbono estabelece quatro ligações covalentes simples. Há, porém, uma classe de hidrocarbonetos em que átomos de carbono estabelecem entre si ligações múltiplas:  $C = C$  ou  $C \equiv C$ . Estes compostos designam-se por hidrocarbonetos insaturados.

Designa-se por alceno o hidrocarboneto que possui, pelo menos, uma ligação dupla entre dois átomos de carbono. Deste modo, um alceno é um composto insaturado, sendo constituído por carbono e hidrogénio e a sua fórmula geral é  $C_nH_{2n}$ . O primeiro membro desta série de compostos é o eteno ( $C_2H_4$ ), a sua estrutura é de cadeia carbonada acíclica (alifática).



Eteno ou etileno



As bananas e as maçãs libertam eteno (ou etileno). O eteno é um composto orgânico que acelera o processo de amadurecimento de outros frutos, como por exemplo, o kiwi.



Os alcenos de cadeia normal constituídos por dois a quatro átomos de carbono são gases, de cinco a dezasseis átomos de carbono são líquidos e de dezassete átomos de carbono em diante são sólidos, à temperatura ambiente.

O alceno mais simples é o eteno (ou etileno), este apresenta-se como um gás incolor e insolúvel na água.

O eteno é obtido industrialmente através do cracking de petróleo. O termo *cracking* é originado do inglês (to crack = quebrar), tem esta designação porque corresponde a um processo de quebra de moléculas grandes de alcanos, o que dá origem a moléculas de menores dimensões de alcanos e de alcenos.

### **APLICAÇÃO DOS ALCENOS:**

Utiliza-se o eteno como anestésico em intervenções cirúrgicas e no amadurecimento de frutas verdes (estas adquirem a cor natural das frutas maduras).

Também utiliza-se o eteno no processo de síntese do polietileno, sendo este um dos plásticos (polímero) mais importantes na indústria, utilizado como matéria-prima na produção de diversos produtos para uso doméstico (sacos plásticos, electrodomésticos, etc).

Na produção da borracha sintética, corantes, tecidos sintéticos e de explosivos, também se usa eteno como matéria-prima.

## **REGRAS DE NOMENCLATURA DOS ALCENOS**

As regras básicas da nomenclatura dos alcenos são semelhantes às utilizadas para os alcanos:

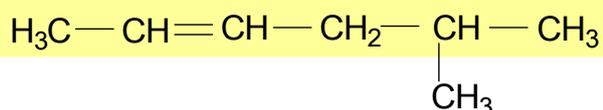
- ✓ Identificar a cadeia de carbonos mais longa que contém a (s) dupla (s) ligação (ões).
- ✓ Numerar a cadeia principal a partir da extremidade mais próxima da ligação dupla, isto é, para que os carbonos da ligação dupla fiquem na posição de numeração mais baixa possível (é a primeira prioridade em termos de numeração).

O nome do alceno forma-se do seguinte modo:

- ✓ Indicar o nome dos grupos alquilo por ordem alfabética, sendo cada um deles precedido do número do carbono ao qual se encontra ligado, separado por um hífen;
- ✓ Se existir mais do que um grupo alquilo idêntico, o seu nome é precedido do prefixo numérico, di, tri, tetra, penta, etc.
- ✓ Indicar a localização da dupla ligação usando o número do primeiro carbono que nela participa;
- ✓ O nome da cadeia é constituído com o prefixo indicativo do número de átomos de carbono, seguido do número indicativo da posição da ligação dupla e do sufixo eno.

Os compostos orgânicos que contêm duas ligações duplas são chamados dienos. Também existem cicloalcenos – que são alcenos de cadeia fechada. Na nomenclatura dos cicloalcenos, a numeração da cadeia é feita atribuindo aos átomos de carbono da ligação dupla as posições 1 e 2 e aos carbonos com grupos substituintes a menor numeração possível.

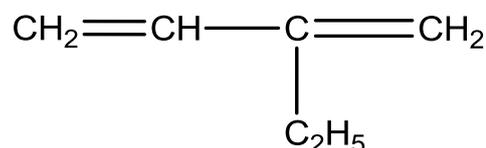
#### EXEMPLOS DE ALCENOS



5-metil-hex-2-eno



Buta-1,3-dieno

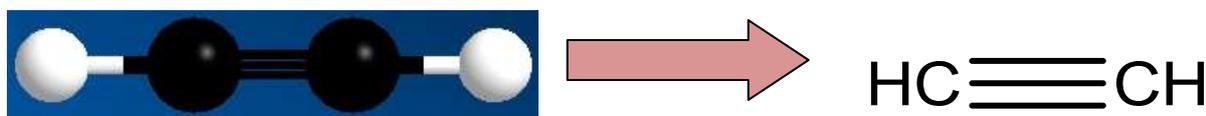


2-etil-buta-1,3-dieno

## 8 - ALCINOS

Um hidrocarboneto com uma ligação tripla,  $C\equiv C$ , designa-se por alcino. Nos alcinos, dois átomos de carbono partilham três pares de electrões, constituindo deste modo uma ligação tripla.

São conhecidos também como hidrocarbonetos acetilénicos. A fórmula geral dos alcinos é:  $C_nH_{2n-2}$ , e o alcino mais simples é o etino ou acetileno,  $C_2H_2$ , o qual é utilizado na produção de ácido acético e de outros compostos de carbono.



Etino ou acetileno

De um modo geral, podemos definir alcinos como hidrocarbonetos de cadeia carbonada acíclica, homogénea, insaturada com uma tripla ligação única. Os alcinos apresentam pontos de fusão e de ebulição crescentes com o aumento da cadeia carbonada.

Os alcinos não possuem cor (incolor), nem cheiro (inodoro), apresentam insolubilidade em água, mas são solúveis em solventes orgânicos como o álcool, o éter e outros.

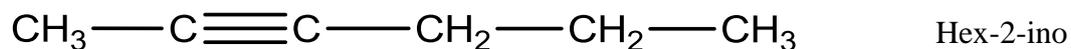
**Aplicação dos alcinos:** O etino, também conhecido como acetileno, é utilizado na produção de borrachas sintéticas, plásticos e de fibras sintéticas para a indústria têxtil.

### REGRAS DE NOMENCLATURA DOS ALCINOS

O nome, de acordo com as regras IUPAC, dos alcinos é construído da mesma forma que o dos alcenos. O nome da cadeia principal é formado pelo prefixo indicativo do número de átomos de carbono, seguido do número indicativo da posição tripla ligação e do sufixo ino.

Nos cicloalcinos, a numeração da cadeia é feita da mesma forma que a descrita para os cicloalcenos. Só existem cicloalcinos com oito ou mais átomos de carbono.

## EXEMPLOS DE ALCINOS



## 9 – HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS

### *A Química do Benzeno*

O benzeno é uma molécula cíclica (de cadeia fechada), constituída por seis átomos de carbono e possui três ligações duplas.

O benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) é um composto orgânico, líquido à temperatura ambiente, inflamável, incolor e tem um aroma agradável. Também é um composto tóxico e potencialmente cancerígeno. Era muito utilizado nas escolas, mas devido às suas características toxicológicas foi proibida a sua utilização em ambiente escolar.

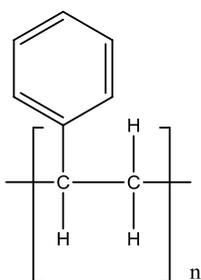
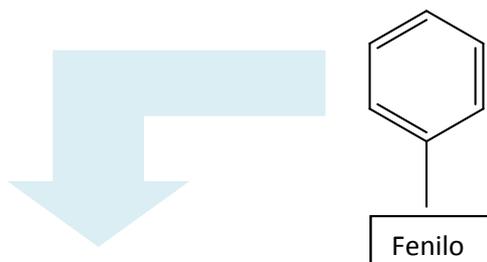
A fórmula de Kekulé do Benzeno:



Cada átomo de carbono estabelece uma ligação dupla com um átomo de carbono “vizinho” e uma ligação simples com outro de carbono vizinho.

## Um substituinte – O Fenilo

Ao retirar-se um átomo de hidrogénio a um anel benzénico obtém-se uma partícula de fórmula molecular  $C_6H_5$ . Este anel benzénico é um grupo arilo (grupo substituinte) que se chama fenilo ( $C_6H_5$ ). O poliestireno expandido (a conhecida esferovite) possui um substituinte fenilo na sua cadeia carbonada.



Monómero (unidade repetitiva) do poliestireno, no qual se verifica a presença de um fenilo como grupo substituinte.

### Poliestireno expandido (esferovite)

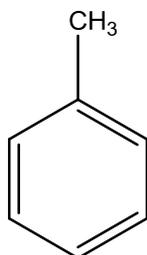


Amostra de “esferovite” e o símbolo que se pode encontrar nos objectos produzidos com poliestireno.

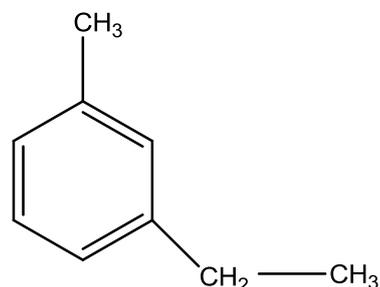
## REGRAS DE NOMENCLATURA DOS HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS

- i. Nos derivados do benzeno monossustituídos, utiliza-se como prefixo o nome do substituinte, ao qual se adiciona a palavra benzeno.
- ii. Para a nomenclatura dos derivados do benzeno com dois ou mais substituintes, os seis átomos de carbono são numerados de modo que os substituintes ocupem as posições correspondentes à menor numeração possível.

Compostos orgânicos em que o benzeno é a cadeia principal

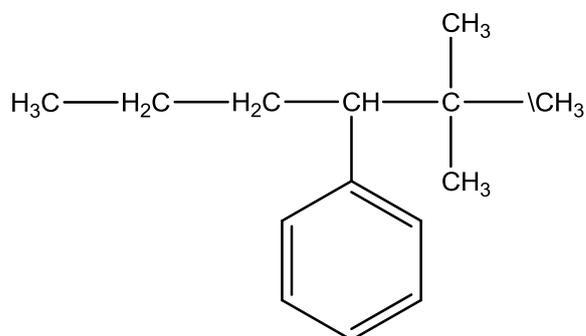


Metilbenzeno (Tolueno)



1-Etil-3-metilbenzeno

Compostos orgânicos em que o benzeno é um grupo substituinte



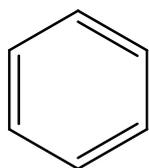
3-fenil-2,2-dimetil-hexano

O fenilo é um grupo substituinte quando se encontra ligado a uma cadeia carbonada com diversos átomos de carbono ou quando a cadeia carbonada possui ligações duplas ou triplas.

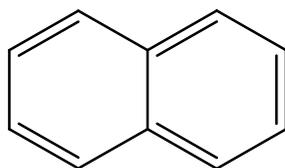
## ***Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs)***

O benzeno é o composto que está na origem da grande família dos hidrocarbonetos aromáticos. Pode-se obter um grande número de compostos por substituição de um ou mais átomos de hidrogénio por outro (s) átomo (s) ou grupo (s) de átomos no anel benzénico.

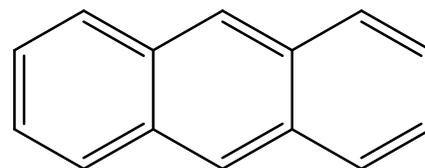
As moléculas do naftaleno e do antraceno resultam da fusão de dois e três anéis benzénicos, respectivamente, através de duas posições adjacentes, formando hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs).



**Benzeno**



**Naftaleno**



**Antraceno**

### **BENZOPIRENO**

Muitos compostos aromáticos comprovadamente são agentes cancerígenos. Dos diversos compostos aromáticos existente, um dos mais potentes é o benzopireno. O benzopireno é constituído por cinco anéis benzénicos.

Verificou-se a presença de benzopireno no fumo do cigarro, porque existe formação deste composto durante a combustão do tabaco. A comunidade médica acredita que o benzopireno pode ser cancerígeno, nomeadamente cancro do pulmão, de laringe e da boca.

Durante o churrasco de uma carne pode ocorrer formação de benzopireno e de outros compostos aromáticos.

Tem-se verificado que benzopireno é cancerígeno em cobaias através do contacto de uma zona do corpo do animal com uma camada deste composto.

Os HAPs encontram-se quase sempre misturados tornando-se difícil avaliar o papel de cada um na sua toxicidade.

As Autoridades Europeias criaram directivas e regulamentos de forma a regular as quantidades máximas de HAPs a que o ser humano pode estar exposto. Paralelamente tem-se levado a cabo planos de monitorização do ar, água e solos.

## COMPOSTOS ORGÂNICOS COM GRUPOS CARACTERÍSTICOS

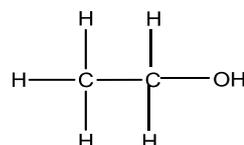
Existe uma grande variedade de compostos orgânicos, para além dos hidrocarbonetos. Uma das formas de os distinguir é através da presença de um grupo característico designado por grupo funcional.

Determinados grupos de átomos ligados a cadeias carbonadas conferem, às moléculas em que estão inseridos, propriedades características (“a função”). Estes grupos chamam-se grupos funcionais.

Neste curso de química orgânica os compostos orgânicos com grupo característico que vamos estudar são: os álcoois, os ácidos carboxílicos, os aldeídos, as cetonas, éteres, ésteres e aminas.

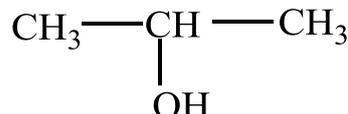
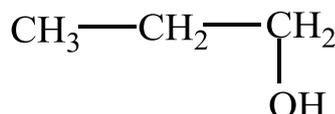
## 10 - Álcoois

Um álcool é um composto orgânico que contém um grupo hidroxilo (-OH) ligado a um átomo de carbono de uma cadeia carbonada (substituindo um hidrogénio de um alcano, p.ex.) e pode ser genericamente representado por R-OH (R é um radical alquilo). O álcool mais simples é derivado do metano, e por isso possui o nome de metanol: **meta** referente a um átomo de carbono e a terminação “**ol**”, indica tratar-se de um álcool. O álcool seguinte, derivado do etano, designa-se por etanol, e assim sucessivamente.



Etanol

Para o álcool seguinte, o propanol, existem duas possibilidades: o grupo hidroxilo pode encontrar-se ligado a um dos carbonos terminais ou ao carbono central.



O primeiro composto é o propan-1-ol, enquanto o segundo é o propan-2-ol. O propan-2-ol é utilizado no fabrico de produtos limpa-vidros.

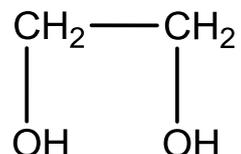
### CLASSIFICAÇÃO DOS ÁLCOOIS

Conforme o tipo de carbono a que um grupo hidroxilo se encontra ligado, a classificação dos álcoois é a seguinte:

- Um álcool diz-se primário se o grupo característico está ligado a um átomo de carbono primário.
- Um álcool diz-se secundário se o grupo característico está ligado a um átomo de carbono secundário.

- Um álcool terciário possui o grupo característico ligado a um carbono terciário.

Uma molécula que contém dois grupos hidroxilo designa-se por diol e, se contiver três grupos hidroxilo, designa-se por triol. Como exemplo, apresenta-se o etano-1,2-diol.



Os álcoois são muito reactivos devido à presença do grupo hidroxilo. Devido à presença do grupo hidroxilo, os álcoois reagem com metais activos, como os metais alcalinos.

Os principais álcoois são:

**Glicerol:** é um álcool no estado líquido, viscoso e incolor. É utilizado na produção de nitroglicerina (explosivo), tintas e cosméticos.

**Metanol:** utiliza-se como matéria-prima na produção de polímeros.

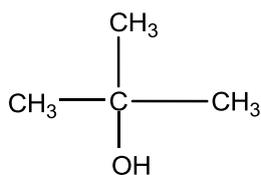
**Etanol (ou álcool etílico):** é um composto presente em diversas bebidas alcoólicas, mas também é utilizado como solvente em diversas indústrias químicas. Encontra-se no comércio sob a forma de “álcool a 96%”, mistura de 96% de álcool e 4% de água em volume.

O etano-1,2-diol é utilizado como anticongelante para radiadores de automóveis.

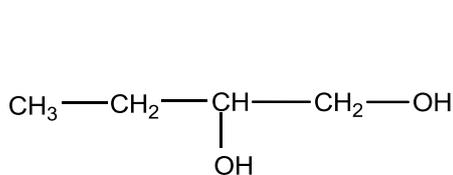
## NOMENCLATURA DOS ÁLCOOIS

A nomenclatura dos álcoois obtém-se acrescentando o sufixo ol ao nome do hidrocarboneto do qual é derivado.

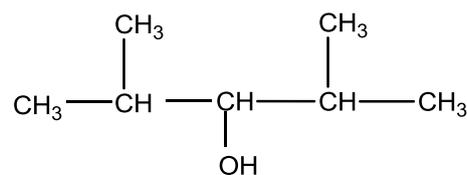
### EXEMPLOS DE ÁLCOOIS



2-metil-propan-2-ol



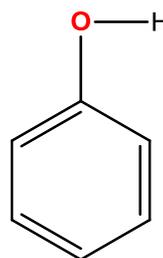
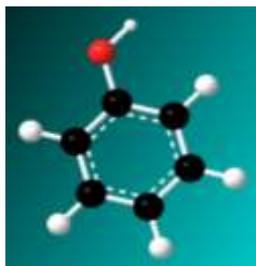
Butan-1,2-diol



2,4-dimetil-pentan-3-ol

## FENÓIS

Um grupo semelhante aos álcoois são os fenóis, que derivam dos hidrocarbonetos aromáticos por substituição de um átomo de hidrogénio do anel benzénico por um grupo hidroxilo (OH). O mais simples destes compostos é o fenol.

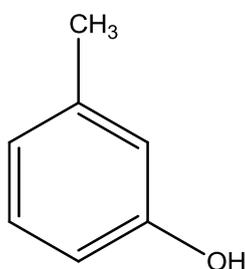


Duas representações do fenol: modelo molecular e fórmula de estrutura.

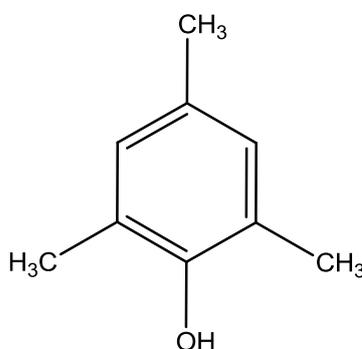
O fenol encontra-se na matéria orgânica em decomposição (por ex: hortaliças). É utilizado em diversas indústrias, nomeadamente na produção de desinfetantes, polímeros, resinas e na produção de diversos medicamentos.

O nome dos fenóis designam-se com base nos sufixos fenol e ol.

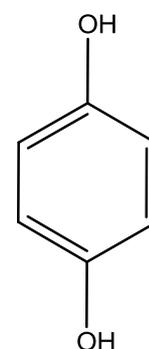
## EXEMPLOS DE FENÓIS



3-metil-fenol



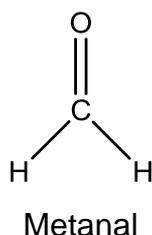
2,4,6-trimetil-fenol



1,4-difenol

## 11 - Aldeídos

Os aldeídos possuem um grupo carbonilo ( C = O ) numa posição terminal da cadeia carbonada, isto é, os aldeídos são compostos do tipo R-CHO. Por este motivo o aldeído mais simples possui apenas um átomo de carbono: o metanal, CH<sub>2</sub>O (também designado por formaldeído).

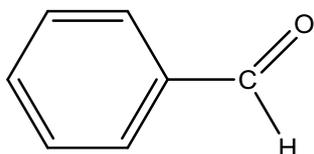


O formol utilizado na preservação de espécimes biológicos é uma solução aquosa de formaldeído (metanal).

O fumo da lenha também contém metanal, sendo o seu efeito bactericida preservando os alimentos que foram sujeitos ao fumeiro.

Os aldeídos também são responsáveis pelos aromas dos frutos e de flores. O etanal tem um cheiro a maçã, o benzaldeído, um aldeído aromático de fórmula C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CHO, contribui para o cheiro das cerejas e das amêndoas, o aldeído cinâmico dá o cheiro à canela e a vanilina à baunilha.

**Benzaldeído**



**Metanal**

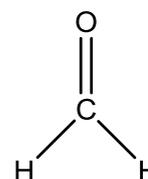


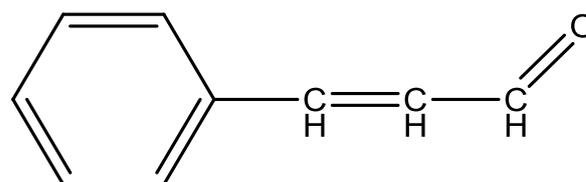
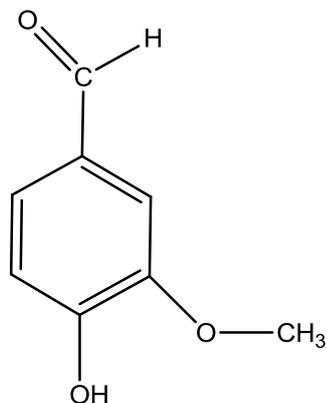
Ilustração 10 - O cheiro característico das maçãs é devido ao etanal.

## Cinamaldeído



Ilustração 11 - O cinamaldeído é responsável pelo aroma da canela.

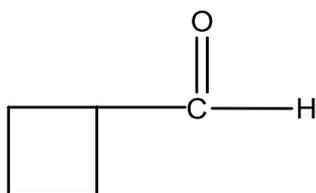
## Vanilina



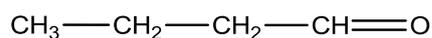
## NOMENCLATURA DOS ALDEÍDOS

A nomenclatura IUPAC dos aldeídos obtém-se do nome do hidrocarboneto correspondente substituindo o **o** terminal pelo sufixo **al**, sendo o carbono número um aquele a que está ligado o grupo carbonilo.

## EXEMPLOS DE ALDEÍDOS



Ciclohexanaldeído



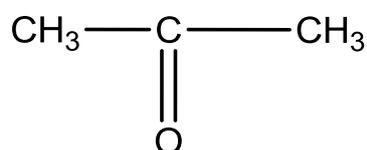
Butanal

## 12 - Cetonas

Existe uma semelhança entre um aldeído e uma cetona: é que ambos possuem um grupo carbonilo (C = O).

A diferença entre os dois tipos de compostos é que os aldeídos possuem o grupo carbonilo numa posição terminal da cadeia, enquanto nas cetonas o grupo carbonilo encontra-se numa posição intermédia, isto é, os aldeídos são compostos do tipo R-CHO, enquanto as cetonas são do tipo R-CO-R'.

A cetona mais simples é a propanona, CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>3</sub> (também designada por acetona). É de salientar que a cetona mais simples tem de ter três átomos de carbono, porque o grupo carbonilo encontra-se sempre ligado a um átomo de carbono que não seja terminal.

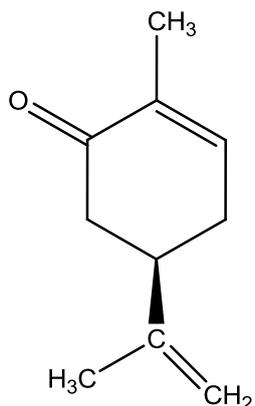


Propanona

As características das cetonas permitem a sua utilização como solvente na produção de tintas e vernizes. Utiliza-se cetonas na indústria alimentar para extrair óleos e gorduras de sementes de plantas (soja, girassol e amendoim).

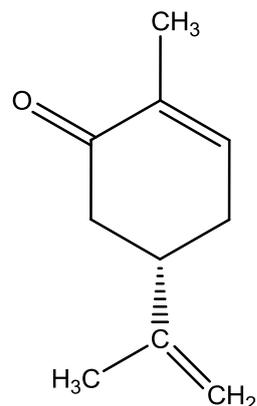
As cetonas são um grupo característico muito presente em diversas situações do quotidiano, como por exemplo, a acetona comercial, utilizada para remover o verniz aplicado nas unhas, é uma mistura de butanona e água. Algumas cetonas são responsáveis pelos aromas: um dos isómeros da carvona, por exemplo, que existe na hortelã-pimenta, é utilizado para dar sabor e aroma a pastilhas elásticas.

### Carvona (hortelã-pimenta)



(R) – Carvona

Mentol



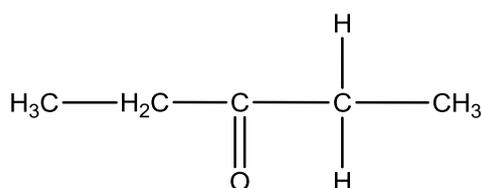
(S) – Carvona

Cominhos

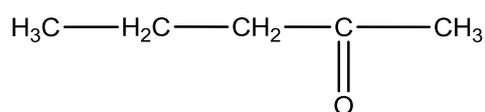
## NOMENCLATURA

Para se atribuir o nome IUPAC a uma cetona obtém-se do nome do hidrocarboneto correspondente substituindo o **o** terminal pelo sufixo **ona** e indicando a posição do grupo carbonilo.

### EXEMPLOS DE CETONAS



Pentan-3-ona



Pentan-2-ona



## Hálito Cetónico

Por vezes, um indivíduo pode eliminar **acetona** conjuntamente com o ar expirado. O hálito desse indivíduo irá adquirir um odor característico. Trata-se do **hálito cetónico**.

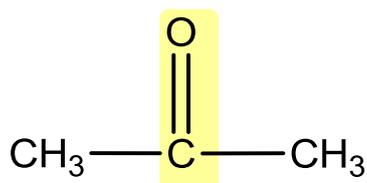
A formação do hálito cetónico pode ser devido a:

- dieta alimentar rica em lípidos gordura e pobre em hidratos de carbono;
- encontrar-se há muitas horas em jejum;
- possuir diabetes mellitus.

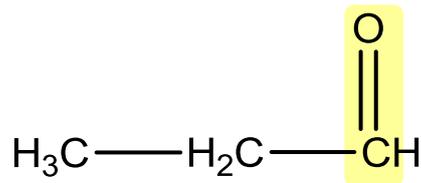
Regra geral, o organismo humano degrada hidratos de carbono para obter a energia. Quando não existem mais hidratos de carbono, o organismo começa a degradar lípidos (ingeridos ou armazenados no organismo). A metabolização dos lípidos obriga ao fígado lançar no sangue os **corpos cetónicos**.

## ISÓMEROS DE GRUPO FUNCIONAL

Se compararmos as fórmulas de estrutura da propanona,  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ , e do propanal,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ , verifica-se que ambos os compostos possuem a mesma fórmula molecular  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , mas diferem no grupo funcional, em que, nas cetonas o grupo carbonilo ( $\text{C=O}$ ) está ligado a um átomo de carbono do meio da cadeia carbonada enquanto que nos aldeídos, o grupo carbonilo ( $\text{C=O}$ ) encontra-se ligado a um dos átomos de carbono terminais. Deste modo, quando dois compostos têm a mesma fórmula molecular mas diferente fórmula de estrutura, estes compostos dizem-se **isómeros de grupo funcional**.



Propanona (cetona)



Propanal (aldeído)

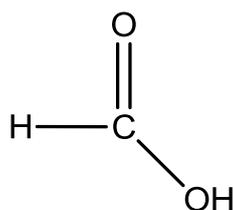
## 13 - Ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos são caracterizados pela existência de um grupo carboxilo (- COOH). Estes compostos são ácidos fracos, mas mesmo assim são os compostos orgânicos mais ácidos. O grupo carboxilo é constituído por um grupo hidroxilo (-OH) e por um grupo carbonilo (C=O).

Para se atribuir o nome a um ácido carboxílico coloca-se a palavra **ácido** antes do nome do correspondente hidrocarboneto e substitui-se o *o* final do nome do correspondente hidrocarboneto pelo sufixo óico.

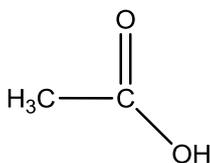
### EXEMPLOS DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

O ácido carboxílico mais simples é o **ácido metanóico**, **HCOOH**, ou **ácido fórmico**, existente nas formigas. As urtigas também possuem ácido fórmico, por esse motivo é que as urtigas picam quando tocamos nelas.

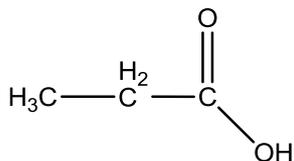


### Ácido Acético ou Ácido Etanóico

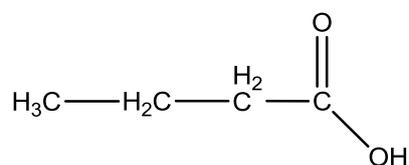
O ácido seguinte, da série de ácidos orgânicos, é o **ácido etanóico**, **CH<sub>3</sub>COOH**, ou **ácido acético**, responsável pela acidez e cheiro característicos do vinagre.



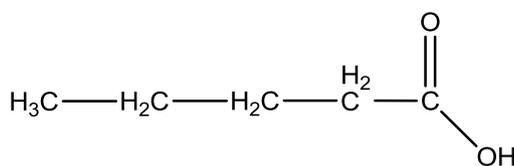
Um ácido saturado contendo três átomos de carbono chama-se **ácido propanóico** ou **propiónico** ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ).



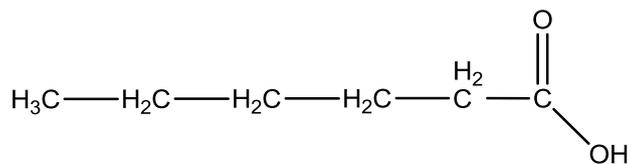
Um ácido saturado contendo quatro átomos de carbono chama-se **ácido butanóico**,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , ou **ácido butírico**, responsável pela manteiga rançosa.



Um ácido saturado contendo cinco átomos de carbono chama-se **ácido pentanóico**,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , ou **ácido valérico**, extraído da planta Valeriana.



Um ácido saturado contendo seis átomos de carbono chama-se **ácido hexanóico**,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , ou **ácido capróico**, o qual se encontra em caprinos.



## 14 - Ésteres

Os ésteres são compostos derivados dos ácidos carboxílicos. Assim, os ésteres são compostos do tipo R-COO-R'.

Algumas gorduras, ceras e óleos também são ésteres, como é o caso da gordura animal triestearina, que é um éster de glicerol e ácido esteárico.

As ceras são ésteres obtidos a partir da reacção entre um álcool superior e um ácido gordo. A cera pura das abelhas (*Apis mellifera*) é constituída por ácido palmítico, cerótico e o esteárico. A cera de abelha é constituída por ésteres, ácidos livres e hidrocarbonetos saturados.

Muitos ésteres possuem aromas agradáveis e contribuem para o aroma de frutos: banana, maçã, uvas, etc..

### EXEMPLOS DE ÉSTERES

Antranilato de metilo

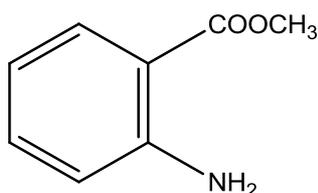


Ilustração 12 - O antranilato de metilo é responsável pelo aroma das uvas.

Acetato de isopentilo

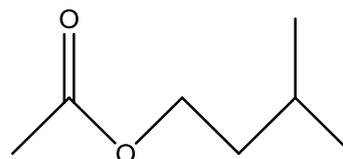
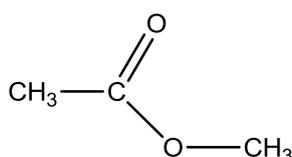


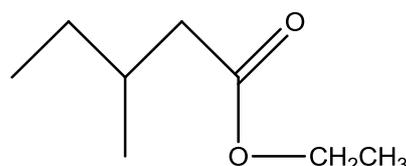
Ilustração 13 - O acetato de isopentilo é responsável pelo aroma da banana.

## NOMENCLATURA

Os nomes IUPAC dos ésteres são compostos por duas partes: a primeira, que indica o número de átomos de carbonos da cadeia que contém o grupo carbonilo ( $-C=O$ ) e que se constrói pela junção do respectivo prefixo com o sufixo ato. A segunda parte do nome, que indica o número de átomos de carbonos da cadeia ligada ao oxigénio, constrói-se pela junção do respectivo prefixo com o sufixo ilo.



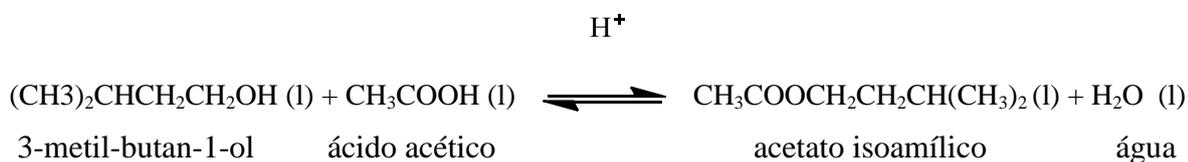
**Etanoato de metilo**



**3-metilpentanoato de etilo**

## Reacção de esterificação

Os ésteres são obtidos a partir da reacção entre um ácido carboxílico e um álcool, obtendo-se ainda uma molécula de água (como resultado de um átomo de hidrogénio proveniente do álcool e um grupo hidroxilo proveniente do ácido carboxílico):



A esta reacção dá-se o nome de reacção de esterificação.

## 15 - Éteres

Um éter é um composto no qual dois grupos alquilo (iguais ou diferentes) estão ligados a um átomo de oxigénio (R-O-R'). Os éteres também são designados por “óxidos orgânicos” e podem ser considerados como derivados da água (H – O – H), pela substituição dos dois átomos de hidrogénio por dois grupos alquilo.

### NOMENCLATURA

A nomenclatura substitutiva IUPAC dos éteres segue as seguintes regras:

1º - Indica-se o nome do radical de cadeia mais curta com o sufixo – **oxi**.

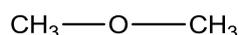
2º - Indica-se de seguida o nome do radical de cadeia mais longa.

O éter de estrutura mais simples é o metoximetano (ou éter dimetílico):  $\text{CH}_3\text{--O--CH}_3$ . Para o etoxietano (ou éter dimetílico), tem-se:  $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--O--CH}_2\text{--CH}_3$ . O etoxietano é o éter corrente.

### ISÓMEROS

A fórmula de estrutura do metoximetano,  $\text{CH}_3\text{--O--CH}_3$ , e do etanol,  $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH}$ . Verifica-se que os compostos têm a mesma fórmula molecular:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , mas diferem no grupo funcional, que é (-O-) nos éteres e é o hidroxilo (-OH) nos álcoois. Deste modo, são isómeros de grupo funcional.

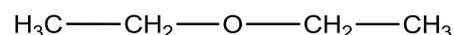
### EXEMPLOS DE ÉTERES



Metoximetano



Metoxietano

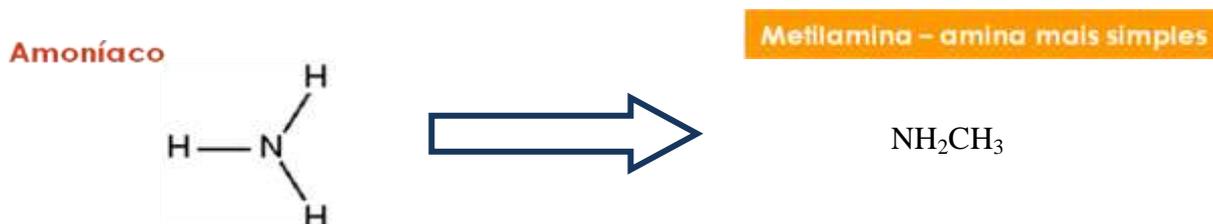


Etoxietano

## 16 - Aminas

As aminas são compostos que podem ser considerados derivados do amoníaco,  $\text{NH}_3$ , pela substituição de um ou mais átomos de hidrogénio, designadamente por grupos alquilo (substituintes) e arilo, por exemplo, fenilo ( $\text{C}_6\text{H}_5$ ).

Considerando uma molécula de amoníaco, se substituir um átomo de hidrogénio por um grupo metilo obtém-se a amina mais simples: a metilamina.



Como só se substitui um átomo de hidrogénio, designa-se este composto por amina primária.

Substituindo dois átomos de hidrogénio, numa molécula de amoníaco, por dois grupos metilo obtém-se uma amina: a dimetilamina. Como só se substitui dois átomos de hidrogénio, designa-se este composto por amina secundária.

Substituindo três átomos de hidrogénio, numa molécula de amoníaco, por três grupos metilo obtém-se uma amina: a trimetilamina. Como se substitui três átomos de hidrogénio, designa-se este composto por amina terciária.

### Trimetilamina

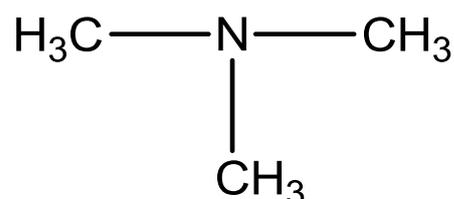


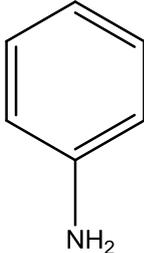
Ilustração 14 - A trimetilamina é responsável pelo cheiro característico do peixe podre.

A trimetilamina é responsável pelo cheiro característico do peixe podre. Geralmente em cadáveres encontra-se a putrescina e a cadaverina que são diaminas alifáticas saturadas.

## NOMENCLATURA

Os nomes das aminas na nomenclatura radico-funcional da IUPAC são constituídos pela junção dos nomes das cadeias alquílicas ligadas ao átomo de azoto, colocados por ordem alfabética, antes da palavra **amina**.

### EXEMPLOS DE AMINAS

Fórmula de estrutura da amina	Nome
$\begin{array}{c} \text{H} - \text{N} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$	Metilamina
$\begin{array}{c} \text{H} - \text{N} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Dimetilamina
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{N} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Trimetilamina
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{H}_2\text{C} - \text{N} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Etilmetilamina
	Fenilamina

## 17 - Reacções de combustão

Vamos imaginar a seguinte situação: tem-se uma vela acesa sobre a qual se coloca um copo. Decorrido um determinado período de tempo a vela apaga-se.

*Qual o tipo de reacção química que ocorreu?*

O arder da vela é uma reacção de combustão. A reacção química terminou devido à ausência de um dos reagentes.

*Qual é o componente que se esgotou, não permitindo que a reacção química continuasse?*

O componente que é essencial para que ocorra a combustão é o oxigénio ( $O_2$ ).

Para que uma reacção de combustão possa ocorrer necessita da presença de um combustível (hidrocarboneto, p ex.), mas também do comburente (dioxigénio:  $O_2$  p ex).

Uma reacção de combustão é uma reacção onde ocorre um processo de oxidação rápida, em que liberta-se de calor e de radiação luminosa, de intensidades variáveis. Como exemplos pode-se referir a queima de papel e a queima do combustível no motor de um automóvel.



Ilustração 15 - Uma vela a arder - exemplo de uma combustão.

Situações em que ocorrem reacções de combustão: um incêndio numa floresta e a queima de uma vela.

O estudo das reacções de combustão são muito importantes para os técnicos de higiene e segurança e ambiente, porque são reacções que podem ocorrer em qualquer local/ambiente de trabalho. Associados a uma reacção de combustão encontra-se:

- ✓ **GASES:** CO, HCN, CO<sub>2</sub>, HCl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc. (todos tóxicos). A maior causa de morte nos incêndios, como são fumos, prejudica a visibilidade, dificulta a fuga.
- ✓ **CALOR:** pode provocar queimaduras, desidratação, exaustão, etc. Normalmente é acompanhado de chama.

As reacções de combustão são exotérmicas, libertam grandes quantidades de energia (na forma de luz ou calor). Essa energia libertada possui várias aplicações no nosso quotidiano: funcionamento de aquecedores e de fogões, etc..

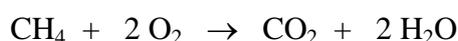
Os produtos da combustão de hidrocarbonetos dependem do tipo de combustão que ocorre. Deste modo, consoante os produtos formados durante a reacção de combustão, classifica-se as reacções de combustão, em:

- Combustão completa → produz gás carbónico (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O).
- Combustão incompleta → com formação de monóxido de carbono (CO) e água (H<sub>2</sub>O) ou com formação de carbono na forma de fuligem (C) e água (H<sub>2</sub>O).

### *O que diferencia uma combustão completa de uma combustão incompleta?*

A diferença entre uma combustão completa e uma combustão incompleta está na quantidade de oxigénio: uma combustão completa necessita de mais oxigénio do que a combustão incompleta. Por exemplo, uma chama amarela num fogão é indício de uma combustão incompleta. Quando existe falta de oxigénio ocorre a queima incompleta do combustível, o qual é libertado na forma de monóxido de carbono (CO) ou fuligem (carbono: C).

Vamos analisar a reacção de combustão do metano:

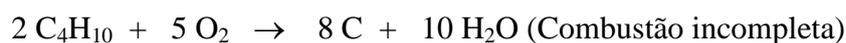
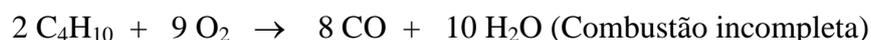


Agora vamos generalizar as regras para escrever uma reacção de combustão.

Para escrever as reacções de combustão de um determinado hidrocarboneto é necessário seguir 3 etapas:

- 1º) Escrever a fórmula química do combustível
- 2º) Completar a equação com o comburente e os produtos (dependendo do tipo de combustão)
- 3º) Acertar a equação química para garantir a Lei de Lavoisier

Como exemplo, apresentam-se as três reacções de combustão para o gás butano (componente maioritário do gás de cozinha:  $C_4H_{10}$ ):



### *Todos os hidrocarbonetos participam em reacções de combustão?*

Todos os hidrocarbonetos são combustíveis. Deste modo, todos os hidrocarbonetos participam em reacções de combustão, dando origem a dióxido de carbono ( $CO_2$ ), monóxido de carbono (CO) e carbono (C), conforme o tipo de combustão que ocorrer.

Nos motores dos automóveis ocorre em simultâneo a combustão completa e a combustão incompleta - libertando em simultâneo dióxido de carbono e monóxido de carbono para a atmosfera. Nos autocarros que funcionam a gás natural, o qual é um hidrocarboneto, deste modo, a combustão deste composto conduz sempre à poluição da atmosfera com dióxido de carbono e água. Apesar do gás natural ser menos poluente que o gasóleo ou a gasolina, polui a atmosfera com o mesmo composto: dióxido de carbono. As vantagens da utilização do gás natural é que polui menos 30% que o petróleo, assim como o país fica menos dependente da importação do petróleo. Existem combustíveis que, contêm átomos de azoto e de enxofre. Desta forma, nas reacções de combustão deste tipo de combustíveis formam-se óxidos de azoto e de enxofre, os quais são libertados para a atmosfera, contribuindo deste modo para a formação das chuvas ácidas.

## 18 - Bibliografia

- Allinger, N. L., Cava, M. P., & Jongh, D. C. (1986). *Química Orgânica*. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil.
- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1993). *Histoire de la chimie*. Paris: Éditions La Découverte.
- Blei, I., & Odian, G. (2000). *Organic and Biochemistry - Connecting Chemistry to Your Life*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Boyd, R. N., & Morriison, R. D. (1990). *Química Orgânica* (9ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Carneiro, A. (Julho-Setembro de 2006). Elementos da História da Química do Século XVIII. *Revista da Sociedade Portuguesa de Química*, N° 102, pp. 25-31.
- Chassot, A. I. (Maio de 1995). Alquimiando a química. *Química Nova na Escola*, N° 1, pp. 20-22.
- Dias, A. R., & Ramos, J. J. (1992). *Química e Sociedade*. Lisboa: Escolar Editora e Sociedade Portuguesa de Química.
- Feltre, R. (1995). *Química - Volume 3 - Química Orgânica*. São Paulo: Editora Moderna, Ltda.
- Ferreira, E. S., Hulme, A. N., McNab, H., & Quye, A. (2004). The natural constituents of historical textile dyes. *Chemical Society reviews*, 329 - 336.
- Fryhle, C., & Solomons, G. (2000). *Organic Chemistry* (7ª ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Furniss, B. S., Hannaford, A. J., Smith, P. W., & Tatchell, A. R. (1989). *Textbook of Practical Organic Chemistry* (Fifth Edition ed.). London: Longman.
- Herold, B. J. (Janeiro - Março de 2006). Trabalhar a História da Química em Portugal. *Revista da Sociedade Portuguesa de Química*, N° 100, pp. 62-65.
- Vollhardt, K. P., & Schore, N. E. (1999). *Organic Chemistry - Structure and Function* (third Edition ed.). New York: W. H. Freeman and Company.

## 19 - Webgrafia

- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_do\\_vinho](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_do_vinho) (activo em 4/1/2010)
- [http://www.spq.pt/docs/Biografias/RobDuarteSilva\\_port.pdf](http://www.spq.pt/docs/Biografias/RobDuarteSilva_port.pdf) (activo em 4/1/2010)
- <http://revistas.ulusofona.pt/index.php/revistasauade/article/viewFile/604/499> (activo em 4/1/2010)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Torbern\\_Bergman](http://pt.wikipedia.org/wiki/Torbern_Bergman) (activo em 6/1/2010)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_qu%C3%ADmica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_qu%C3%ADmica) (activo em 8/1/2010)
- <http://papafruta.blogspot.com/2008/04/antioxidantes-so-precisos.html> (activo em 14/1/2010)
- <http://www.alunosonline.com.br/quimica/compostos-organicos/> (activo em 14/1/2010)
- <http://www.brasilecola.com/quimica/alcenos.htm> (activo em 21/1/2010)
- <http://www.scribd.com/doc/4003293/Quimica-Apostila-2-Artigos-para-Leitura-Complementar>  
(activo em 21/1/2010)
- [http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0708/g8\\_hap/haps.html](http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0708/g8_hap/haps.html) (activo em 21/1/2010)
- <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=38> (activo em 22/1/2010)
- <http://www.iupac.org/> (activo em 19/7/2010)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Indigo\\_dye](http://en.wikipedia.org/wiki/Indigo_dye) (activo em 4/1/2010)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Torbern\\_Bergman](http://pt.wikipedia.org/wiki/Torbern_Bergman) (activo em 6/1/2010)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_qu%C3%ADmica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_qu%C3%ADmica) (activo em 8/1/2010)