

APROVADO PELA  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO

Área Física - Ciências  
Estado do Ceará  
2011

# 10

## QUÍMICA - 10.ª CLASSE



Saber

# QUÍMICA



APRENDENDO SEMPRE

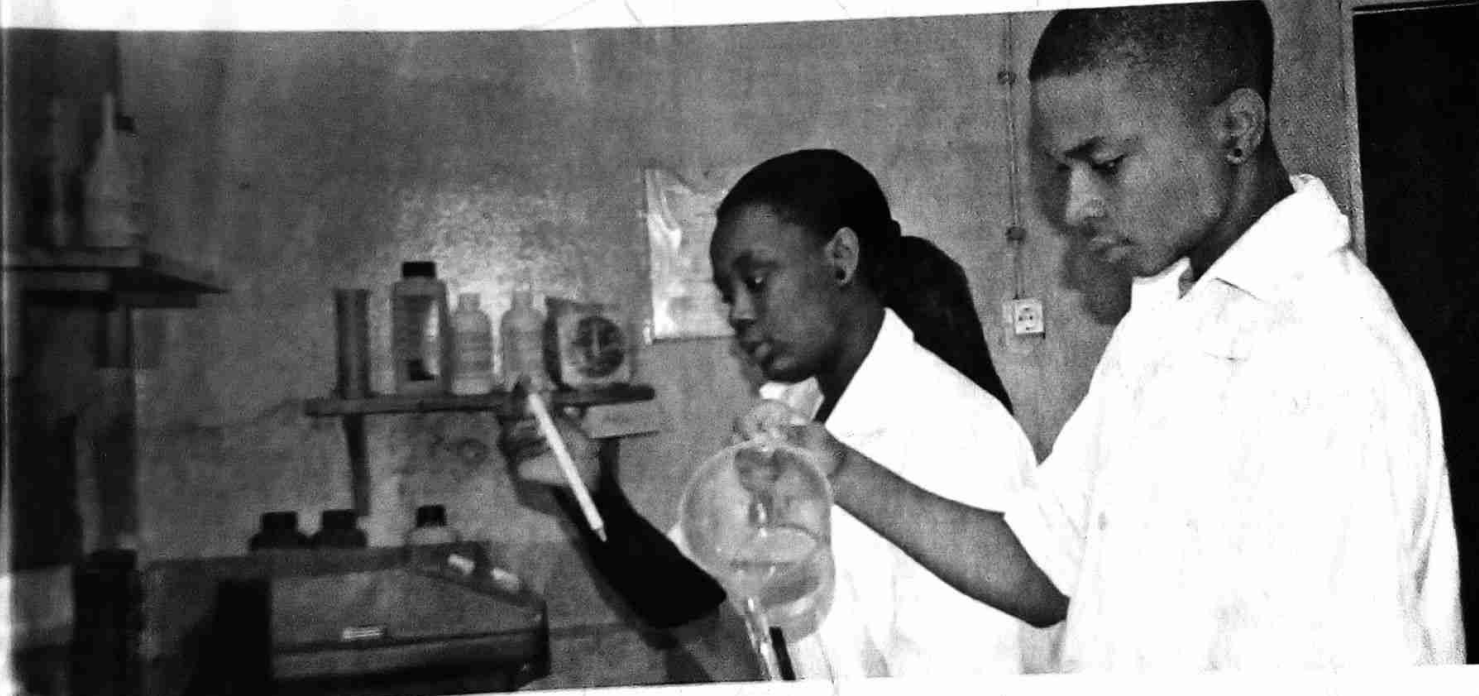
PEARSON

Saber

R.E. 03

# QUÍMICA

QUÍMICA - 10.º CLASSE



Ano Paula Camuendo  
Estevão Cocho



# Índice

Pág.

7

## Unidade I Carbono e os elementos do IV-grupo A

1.1	Posição dos elementos do IV-grupo A na Tabela Periódica e suas características gerais.....	8
1.1.1	Distribuição electrónica.....	8
1.1.2	Características gerais dos elementos do IV-grupo A.....	9
1.1.3	Aplicações de alguns elementos do IV-grupo A.....	9
1.2	<b>Carbono: estado natural e variedades alotrópicas</b> .....	10
1.2.1	Existência ou ocorrência do carbono na Natureza.....	10
1.2.2	Variedades alotrópicas do carbono.....	10
1.2.3	Tipos de carvão: ocorrência e aplicações.....	12
1.2.4	Propriedades químicas do carbono.....	15
1.3	<b>Óxidos de carbono</b> .....	16
1.3.1	Monóxido de carbono: propriedades físicas e químicas; obtenção e aplicações....	16
1.3.2	Dióxido de carbono: propriedades físicas e químicas; obtenção e aplicações.....	18
1.3.3	Dióxido de carbono e problemas ambientais.....	19
1.3.4	Processo de retenção da radiação por gases de estufa.....	20
1.4	<b>Ácido carbónico e carbonatos</b> .....	21
1.4.1	Ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ).....	21
1.4.2	Carbonatos: ocorrência e aplicações.....	21
1.5	<b>Silício: ocorrência, propriedades, modo de obtenção e aplicações</b> .....	24
1.5.1	Ocorrência do silício na Natureza.....	24
1.5.2	Propriedades físicas e químicas do silício.....	24
1.5.3	Obtenção industrial do silício.....	24
1.5.4	Aplicações do silício.....	24
1.5.5	Compostos de silício. A produção de vidro, cimento e cerâmica.....	25
	<b>Vamos experimentar</b> .....	25
	<b>Vamos reflectir... / Vamos relembrar</b> .....	30
		32

## Unidade 2 Introdução ao estudo da Química Orgânica

2.1	História da Química Orgânica.....	33
2.2	Importância da Química Orgânica na sociedade e seu objecto de estudo.....	34
2.3	Teoria da estrutura química dos compostos orgânicos.....	35
2.4	Comparação entre compostos orgânicos e compostos inorgânicos.....	36
2.4.1	Propriedades gerais dos compostos orgânicos.....	37
2.5	Tipos de fórmulas químicas.....	37
2.6	Cadeias carbónicas: conceito e classificação.....	38
2.7	Tipos de carbono numa cadeia carbónica.....	39
2.8	Funções orgânicas.....	42
	<b>Vamos experimentar</b> .....	43
	<b>Vamos reflectir... / Vamos relembrar</b> .....	45
		46

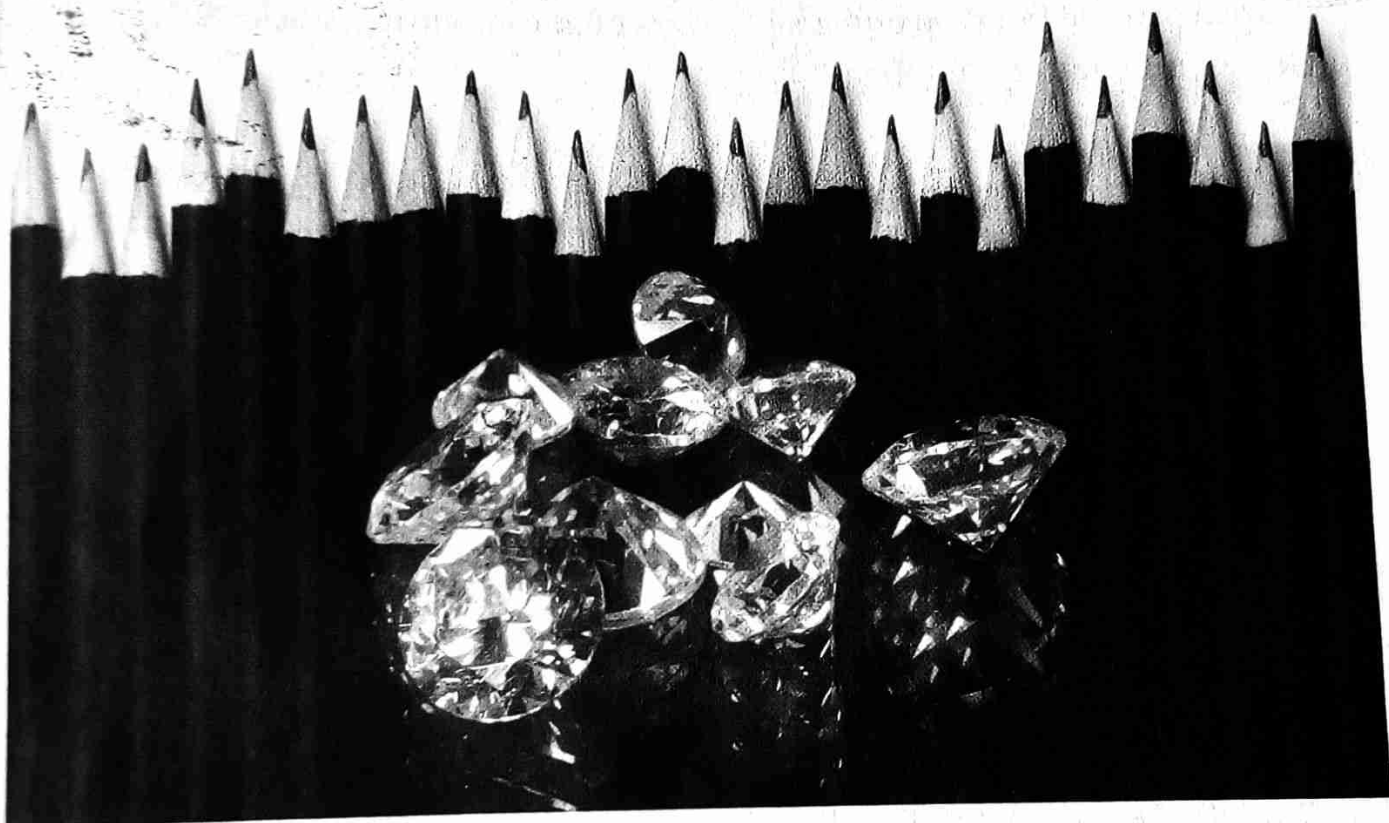
	Pág.
<b>Unidade 3 Hidrocarbonetos</b> .....	47
<b>3.1 Hidrocarbonetos e sua classificação</b> .....	48
<b>3.2 Subfunção dos alcanos: conceito, fórmula geral e série homóloga</b> .....	49
3.2.1 Nomenclatura IUPAC dos alcanos.....	51
3.2.2 Nomenclatura usual dos alcanos.....	52
3.2.3 Isomeria dos alcanos.....	54
3.2.4 Propriedades físicas e químicas dos alcanos.....	56
3.2.5 Métodos de obtenção dos alcanos.....	58
<b>3.3 Metano: ocorrência, obtenção, propriedades e aplicações</b> .....	58
3.3.1 Ocorrência do metano na Natureza.....	58
3.3.2 Métodos de obtenção do metano.....	59
3.3.3 Propriedades físicas e químicas do metano.....	60
3.3.4 Aplicações do metano.....	60
<b>3.4 Clorofluorcarbonetos (CFCs) e seus efeitos no meio ambiente</b> .....	62
<b>3.5 Subfunção dos alcenos: conceito, fórmula geral e série homóloga</b> .....	62
3.5.1 Nomenclatura IUPAC dos alcenos.....	63
3.5.2 Nomenclatura usual dos alcenos.....	63
3.5.3 Isomeria dos alcenos.....	65
3.5.4 Métodos de obtenção dos alcenos.....	66
3.5.5 Propriedades físicas e químicas dos alcenos.....	68
<b>3.6 Eteno ou etileno: ocorrência, obtenção, propriedades e aplicações</b> .....	68
3.6.1 Ocorrência do etileno.....	68
3.6.2 Métodos de obtenção do etileno.....	68
3.6.3 Propriedades físicas e químicas do etileno.....	68
3.6.4 Aplicações do etileno.....	70
<b>3.7 Subfunção dos alcinos: conceito, fórmula geral e série homóloga</b> .....	71
3.7.1 Nomenclatura IUPAC dos alcinos.....	71
3.7.2 Nomenclatura usual dos alcinos.....	72
3.7.3 Isomeria dos alcinos.....	72
3.7.4 Métodos de obtenção dos alcinos.....	73
3.7.5 Propriedades físicas e químicas dos alcinos.....	74
<b>3.8 Etino ou acetileno: obtenção, propriedades e aplicações</b> .....	75
3.8.1 Métodos de obtenção do acetileno.....	75
3.8.2 Propriedades físicas e químicas do acetileno.....	76
3.8.3 Aplicações do acetileno.....	77
<b>3.9 Comparação das estruturas dos alcanos, alcenos e alcinos. Reações de transformação</b> .....	78
3.9.1 Reações de transformação de uma subfunção em outra.....	78
<b>3.10 Fontes naturais de hidrocarbonetos: petróleo bruto e gás natural</b> .....	79
3.10.1 Petróleo bruto.....	79
3.10.2 Gás natural: ocorrência, composição química e aplicações.....	85
<b>3.11 Hidrocarbonetos aromáticos</b> .....	87
3.11.1 Estrutura do benzeno.....	87
3.11.2 Métodos de obtenção do benzeno.....	88

	<b>Pág.</b>
3.11.3 Propriedades físicas e químicas do benzeno.....	88
3.11.4 Aplicações do benzeno.....	89
3.11.5 Nomenclatura dos derivados do benzeno.....	90
3.11.6 Aplicações dos derivados do benzeno.....	90
Vamos experimentar.....	92
Vamos reflectir... / Vamos relembrar.....	94
<hr/>	
<b>Unidade 4 Álcoois e Fenóis.....</b>	<b>95</b>
4.1 Álcoois: conceito, fórmula geral, grupo funcional, características gerais, classificação e nomenclatura.....	96
4.1.1 Características gerais dos álcoois.....	96
4.1.2 Classificação dos álcoois.....	97
4.1.3 Nomenclatura dos álcoois.....	98
4.1.4 Métodos de obtenção dos álcoois.....	100
4.1.5 Propriedades físicas e químicas dos álcoois.....	101
4.1.6 Isomeria dos álcoois.....	104
4.2 Etanol ou álcool etílico: obtenção, propriedades e aplicações.....	106
4.2.1 Obtenção do etanol.....	106
4.2.2 Propriedades físicas do etanol.....	107
4.2.3 Aplicações do etanol.....	108
4.3 Metanol ou álcool metílico: obtenção, propriedades e aplicações.....	108
4.3.1 Obtenção do metanol.....	108
4.3.2 Propriedades físicas do metanol.....	109
4.3.3 Aplicações do metanol.....	109
4.4 Bebidas alcoólicas.....	110
4.4.1 Bebidas não fermentadas.....	110
4.4.2 Bebidas fermentadas.....	110
4.5 Efeito do álcool no organismo.....	112
4.6 Poliálcoois.....	114
4.6.1 Aplicações dos poliálcoois.....	114
4.7 Fenóis.....	115
4.7.1 Fenol comum.....	115
4.7.2 Cresóis.....	116
4.7.3 Resorcinóis e naftóis.....	116
Vamos experimentar.....	118
Vamos reflectir... / Vamos relembrar.....	120
<hr/>	
<b>Unidade 5 Aldeídos e Cetonas.....</b>	<b>121</b>
5.1 Aldeídos e cetonas.....	121
5.2 Aldeídos.....	122
5.2.1 Nomenclatura IUPAC dos aldeídos.....	122
5.2.2 Nomenclatura usual dos aldeídos.....	123
5.2.3 Propriedades físicas e químicas dos aldeídos.....	123
5.2.4 Métodos de obtenção dos aldeídos.....	125



	Pág.
5.2.5 Metanal: método de obtenção e aplicações.....	126
5.2.6 Etanal: métodos de obtenção e aplicações.....	127
5.3 Cetonas.....	129
5.3.1 Nomenclatura IUPAC das cetonas.....	129
5.3.2 Nomenclatura usual das cetonas.....	130
5.3.3 Propriedades físicas e químicas das cetonas.....	131
5.3.4 Métodos de obtenção das cetonas.....	131
5.3.5 Propanona e suas aplicações.....	131
5.4 Isomeria dos aldeídos e cetonas.....	131
5.4.1 Isomeria de função.....	133
Vamos experimentar.....	134
Vamos reflectir... / Vamos lembrar.....	134
<hr/>	
<b>Unidade 6 Ácidos Carboxílicos e Ésteres</b> .....	<b>135</b>
6.1 Ácidos carboxílicos.....	136
6.1.1 Nomenclatura IUPAC dos ácidos carboxílicos.....	136
6.1.2 Nomenclatura usual dos ácidos carboxílicos.....	137
6.1.3 Propriedades físicas e químicas dos ácidos carboxílicos.....	137
6.1.4 Métodos de obtenção dos ácidos carboxílicos.....	139
6.2 Ácido fórmico.....	140
6.2.1 Métodos de obtenção do ácido fórmico.....	140
6.2.2 Propriedades químicas do ácido fórmico.....	141
6.2.3 Aplicações do ácido fórmico.....	141
6.3 Ácido acético.....	142
6.3.1 Métodos de obtenção do ácido acético.....	142
6.3.2 Aplicações do ácido acético.....	143
6.4 Ésteres.....	144
6.4.1 Nomenclatura dos ésteres.....	144
6.4.2 Métodos de obtenção dos ésteres.....	145
6.4.3 Propriedades físicas e químicas dos ésteres.....	145
6.4.4 Aplicações dos ésteres.....	146
6.5 Glicéridos.....	147
6.5.1 Nomenclatura dos glicéridos.....	147
6.5.2 Classificação dos glicéridos.....	148
6.5.3 Propriedades químicas dos glicéridos.....	148
6.5.4 Efeito das gorduras no organismo.....	149
6.6 Sabões e detergentes.....	149
6.7 Reacções de transformação entre hidrocarbonetos derivados halogenados ou haletos orgânicos.....	151
6.7.1 Propriedades químicas dos haletos orgânicos.....	151
6.8 Reacções de transformação entre derivados halogenados, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e ésteres.....	154
Vamos experimentar.....	157
Vamos reflectir... / Vamos lembrar.....	159
Bibliografia.....	159

## Carbono e os elementos do IV-grupo A



..... Fig. 1 Objectos que contêm carbono.

Nesta unidade vamos aprender a:

- enumerar as características dos elementos do IV-grupo A;
- identificar a posição do carbono na Tabela Periódica;
- reconhecer a importância do carbono e do silício para a economia moçambicana;
- reconhecer a importância do carvão mineral e determinar a sua localização em Moçambique;
- produzir e identificar o dióxido de carbono usando material localmente disponível;
- testar o poder adsorvente do carvão vegetal;
- enumerar as principais matérias-primas usadas na produção de cimento, vidro e artigos de cerâmica;
- aplicar as regras de higiene e segurança durante a realização de experiências químicas.

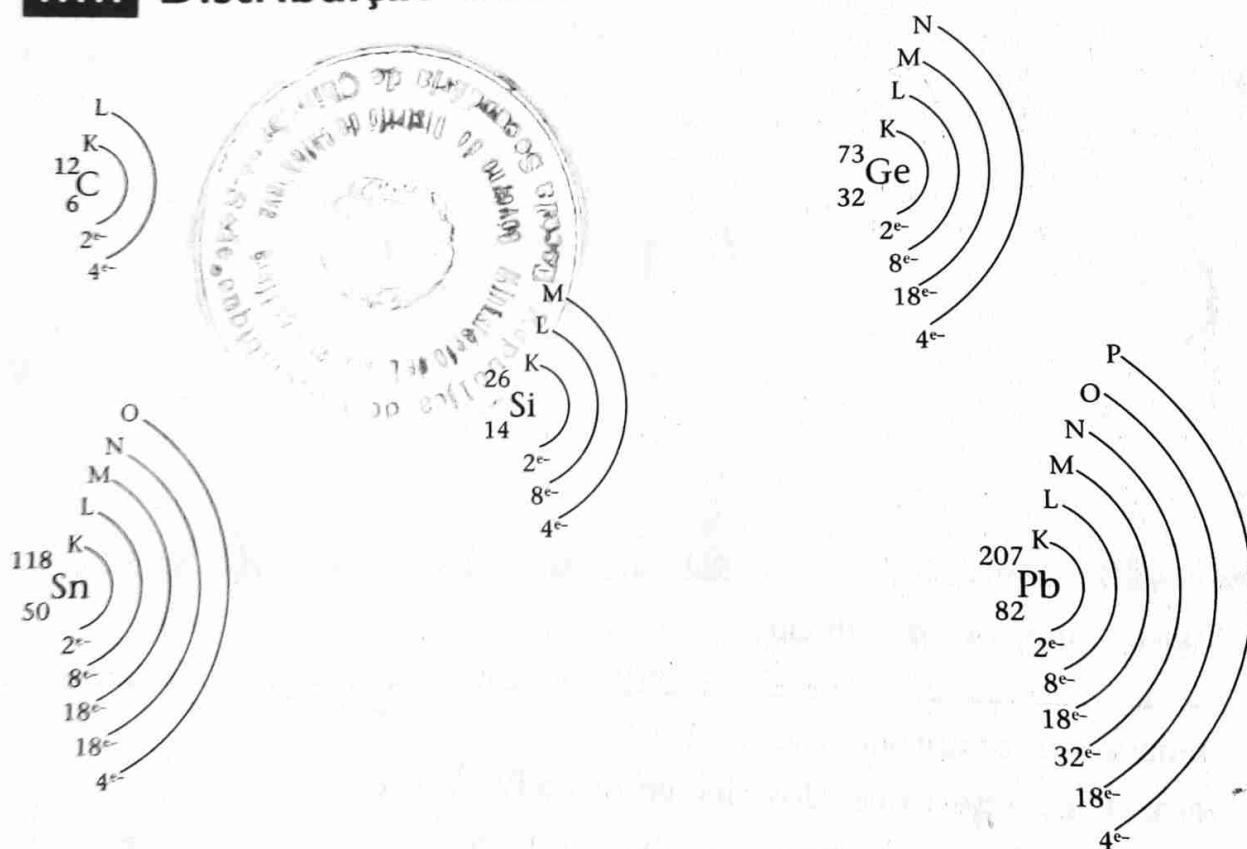
# I.1 Posição dos elementos do IV-grupo A na Tabela Periódica e suas características gerais

Na 9.ª classe iniciaste o estudo dos elementos do V, VI e VII grupos principais da Tabela Periódica.

Agora, irás aplicar e consolidar os conhecimentos adquiridos ao estudar os elementos do IV-grupo principal (grupo A).

Fazem parte do IV-grupo principal os elementos: carbono (C), silício (Si), germânio (Ge), estanho (Sn) e chumbo (Pb).

## I.1.1 Distribuição electrónica



..... Fig. 2 Distribuição electrónica do carbono (C), do silício (Si), do germânio (Ge), do estanho (Sn) e do chumbo (Pb), segundo Bohr.

Observando a distribuição electrónica acima apresentada (Fig. 2), verifica-se que todos os elementos apresentam quatro electrões ( $4e^-$ ) na camada de valência, razão pela qual pertencem ao quarto grupo.

A valência máxima destes elementos em relação ao oxigénio e ao hidrogénio é IV, apresentando, respectivamente, os números de oxidação +2 e +4.

### 1.1.2 Características gerais dos elementos do IV-grupo A

Em condições normais de temperatura e pressão (CNT) são todos sólidos.

A densidade aumenta do carbono ao chumbo. O carácter metálico aumenta do carbono ao chumbo. Assim, o carbono e o silício são não-metais, o germânio é semimetal, enquanto o estanho e o chumbo são metais.

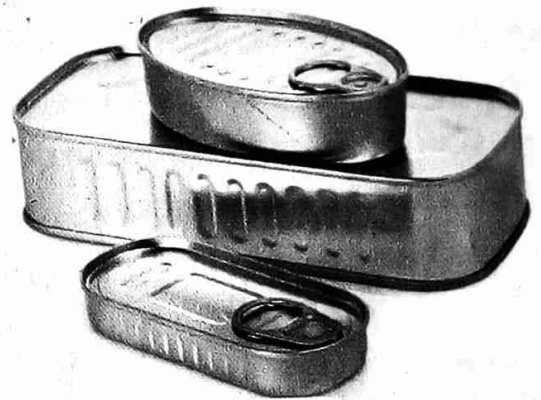
O raio atómico aumenta do carbono ao chumbo, com o aumento do número atómico; por sua vez, a electronegatividade diminui no mesmo sentido.

### 1.1.3 Aplicações de alguns elementos do IV-grupo A

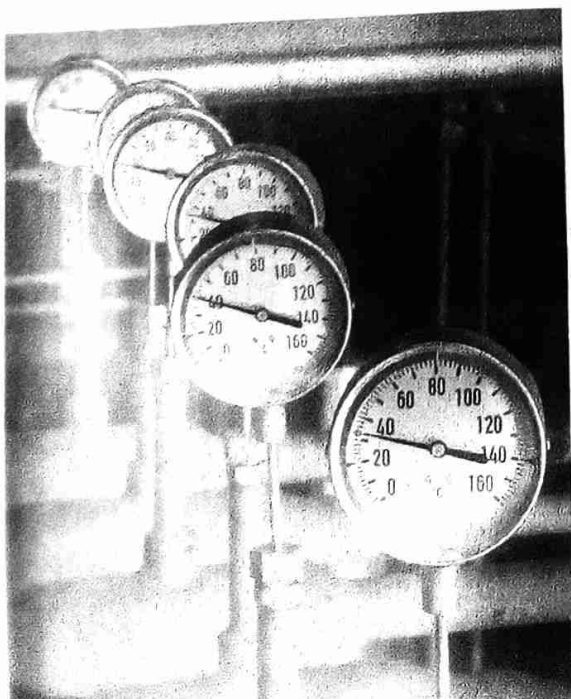
O germânio é muito utilizado como semiconductor na radiotécnica, em aparelhos de televisão e em computadores. É também usado no fabrico de termómetros resistentes a altas temperaturas.

O estanho é usado no processo de soldadura como liga de cobre. É também usado no revestimento interno das latas de conservas.

O chumbo é muito usado no fabrico de revestimentos de cabos e placas de acumuladores nas baterias. É também usado no fabrico de munições e um componente fundamental de muitas ligas metálicas.



..... Fig. 3 Latas de conserva.



## 1.2 Carbono: estado natural e variedades alotrópicas

### 1.2.1 Existência ou ocorrência do carbono na Natureza

Podemos encontrar o carbono na Natureza tanto em estado livre, como sob a forma de numerosos compostos.

Se olharmos para um diamante ou para um pedaço de grafite, aí temos o carbono no seu estado livre. Já enquanto composto, podemos encontrá-lo em todos os tecidos animais e vegetais, combinado com o hidrogénio e o oxigénio. Apresenta-se também em muitas substâncias comuns do teu dia-a-dia, como dióxido de carbono, calcário, petróleo bruto e gás natural.



..... Fig. 6 Minério de grafite.

#### Saber mais

No corpo humano, o carbono é o segundo elemento mais abundante, com cerca de 17,5 por cento, sendo o oxigénio o mais abundante.

### 1.2.2 Variedades alotrópicas do carbono

Na 8.<sup>a</sup> classe, aprendeste que **alotropia** é a propriedade ou a capacidade que determinados elementos químicos têm de existir em diferentes formas, com propriedades físicas diferentes e propriedades químicas semelhantes.

No seu estado livre, o carbono origina duas variedades alotrópicas: diamante e grafite. Estas duas variedades apresentam uma rede cristalina atómica, que difere na disposição dos átomos, como demonstram as figuras 7 e 8 na página seguinte.

As propriedades físicas de ambas as matérias são muito distintas, devido às diferenças das respectivas estruturas.

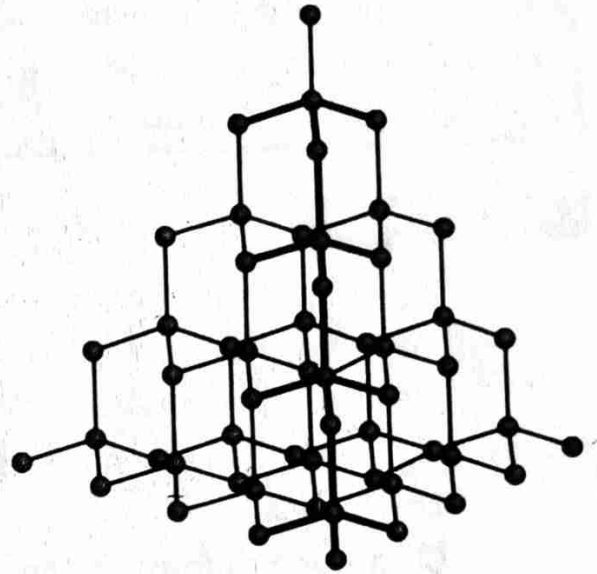
Além destas variedades, o carbono pode também ser encontrado na forma amorfa, característica dos carvões naturais.

## Diamante

É uma substância incolor, transparente e com grande poder dispersivo sobre a luz.

Na rede cristalina do diamante, cada átomo de carbono liga-se a outros quatro através de ligações covalentes, que apresentam distâncias iguais entre si, o que resulta numa estrutura compacta e de forma cúbica. O diamante não conduz a corrente eléctrica porque não possui electrões livres.

O diamante é a substância natural mais dura que se conhece, com elevado ponto de fusão (3500 °C): É, por isso, utilizado para cortar vidro, perfurar rochas e outros materiais resistentes, além de ser muito usado no polimento de pedras preciosas.



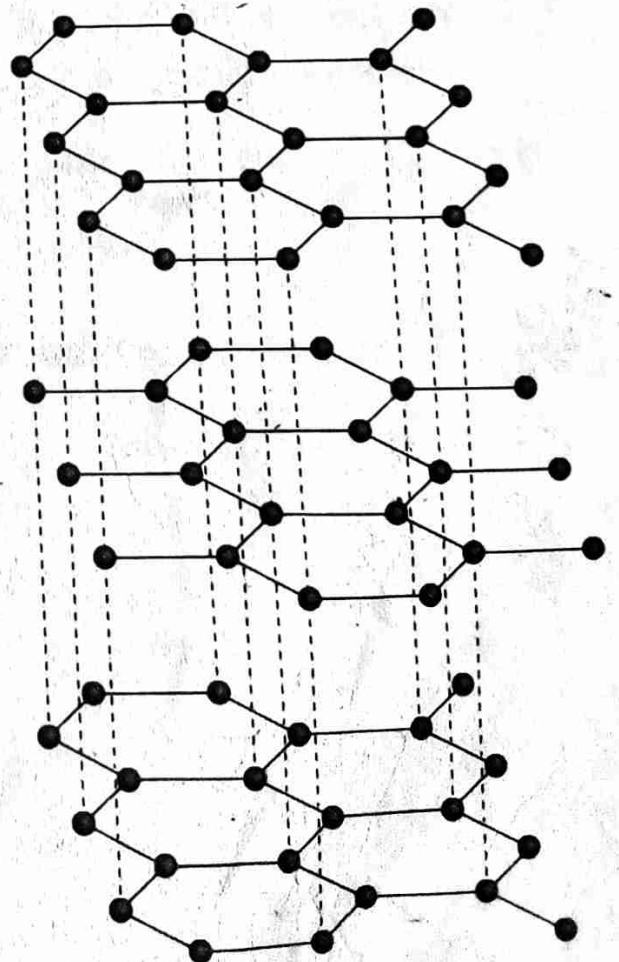
..... Fig. 7 Disposição dos átomos de carbono na rede cristalina de um diamante.

## Grafite

Em Latim, a palavra grafite significa «que escreve». Substância de cor cinzenta, possui um brilho metálico e é escorregadia ao tacto, à semelhança do óleo. Por oposição ao diamante, é uma das substâncias minerais mais moles que existe.

Na sua rede cristalina, cada átomo de carbono liga-se a outros três através de ligações covalentes, formando uma estrutura hexagonal. Por sua vez, o quarto electrão conserva-se livre, podendo movimentar-se livremente, tal como os metais. Por esta razão, a grafite é um excelente condutor da corrente eléctrica e do calor.

Devido às suas propriedades, é utilizada no fabrico de lápis, eléctrodos, rolhas, lubrificantes, entre outros materiais.



..... Fig. 8 Disposição dos átomos de carbono na rede cristalina de grafite.

## Saber mais

Os diamantes com tonalidades variadas são usados no fabrico de jóias. Contudo, antes de serem usados, têm de ser lapidados. Este processo consiste em talhar os diamantes de modo triangular, para obter o maior efeito de brilho e uma radiação luminosa mais apurada. Entre os países produtores de diamante mais conhecidos encontram-se África do Sul, Angola, Rússia, Austrália, Índia, Brasil e EUA.

## Actividades

1. Das seguintes afirmações, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.
  - a) As variedades alotrópicas do carbono são: diamante, oxigénio, grafite e silício.
  - b) O átomo de carbono é tetravalente porque forma quatro ligações covalentes.
  - c) O carbono na forma composta ocorre em todos os animais e vegetais.
  - d) Ao longo do IV-grupo principal, o carácter metálico diminui do carbono ao chumbo.
2. Com a ajuda de uma tabela, faz um resumo das propriedades e aplicações do diamante e da grafite.
3. Com a ajuda da Tabela Periódica, procede à distribuição electrónica dos átomos dos elementos carbono e silício.
  - 3.1 Diz por que razão ambos pertencem ao IV-grupo.

### 1.2.3 Tipos de carvão: ocorrência e aplicações

O carvão é muito utilizado no nosso dia-a-dia como combustível, tanto industrial como doméstico. Existem dois tipos: carvão natural ou mineral e carvão artificial.

O carvão mineral ou natural é uma rocha de origem vegetal que é extraída do subsolo. Resulta da decomposição lenta de vegetais soterrados durante milhões de anos.

O carvão artificial obtém-se através da combustão incompleta de substâncias orgânicas ricas em carbono.

Os carvões diferem entre si pelas propriedades que os caracterizam, em função da substância e do método a partir dos quais foram obtidos. Assim, a quantidade de calor do carvão depende da percentagem de carbono que possui. Ou seja, quanto maior for esta percentagem, maior é o seu poder calorífico.

## Carvão mineral ou natural

Entre as variedades do carvão mineral ou natural encontram-se a **turfa**, a **lenhite**, a **hulha** e a **antracite**. As diferentes formas correspondem a diferentes estágios de formação do carvão a partir da matéria orgânica, que evolui da turfa até à antracite (fase mais rica em carbono).

A tabela que se segue apresenta os diferentes tipos de carvão mineral, as suas características e os seus valores de eficiência calorífica em quilojoules por quilograma.

Tipos de carvão mineral	Características	% do carbono	Poder calorífico (kJ/kg)
Antracite	É uma rocha negra, dura, compacta, brilhante e a mais densa entre todas. Arde com dificuldade, sem chama nem fumo. Deixa poucas cinzas e possui um grande poder calorífico.	95	34 000
Hulha	É uma rocha dura, de cor negra, compacta ou folheada e com brilho vítreo. Arde com pouco fumo e tem grande poder calorífico.	75 – 90	31 000
Lenhite	É uma rocha compacta, de cor castanho-escuro. Apresenta um brilho resinoso. Arde com fumo e tem pouco poder calorífico.	65 – 70	28 000
Turfa	É uma rocha leve, esponjosa, cuja cor pode variar entre o castanho e o preto. Arde lentamente, com fumo e tem pouco poder calorífico.	55 – 60	23 000

Tabela 1 Tipos de carvão mineral.

Em todo o Mundo, são muitas as regiões onde podemos encontrar carvão mineral. Ainda assim, as grandes reservas do mesmo encontram-se na América do Norte, na Europa e na Ásia.

A variedade do carvão mineral que encontramos abundantemente no nosso país é a hulha. As reservas carboníferas situam-se na província de Tete, no distrito de Moatize.



..... Fig. 9 Minas de carvão de Moatize, na província de Tete.

## Carvão artificial

As variedades mais importantes do carvão artificial são: carvão de madeira, coque, carvão animal e negro-de-fumo. Na tabela que se segue identificam-se os diferentes tipos de carvão artificial, respectivos processos de obtenção e as suas aplicações.

Tipos de carvão artificial	Processo de obtenção	Aplicação
Carvão de madeira	É obtido a partir da combustão de madeira, ao abrigo do ar, à semelhança do processo das medas utilizadas pelos carvoeiros.	É usado na indústria do ferro e do aço, no fabrico de pólvora negra e como combustível doméstico e industrial.
Coque	Obtém-se durante a destilação seca da hulha.	É usado na indústria metalúrgica para fundição de metais.
Carvão animal	Obtém-se por calcinação (queima) de ossos.	É usado como agente decolorante na indústria de extracção de gorduras, óleos e açúcar.
Negro-de-fumo	Obtém-se pela combustão de substâncias ricas em carbono na ausência de oxigénio.	É usado no fabrico de tintas de imprensa, tinta-da-china, vernizes e na produção de borracha.

Tabela 2 Tipos de carvão artificial.

O carvão da madeira, à semelhança de outras substâncias sólidas, apresenta uma propriedade denominada adsorção.

A adsorção define-se como a propriedade que o carvão e outras substâncias sólidas têm de reter, na sua superfície, as partículas (moléculas) de um gás ou de uma substância dissolvida (isto é, líquida).

### Saber mais

Hoje em dia, fabrica-se um tipo de carvão poroso, destinado à adsorção, denominado carvão activado. Este é vendido nas farmácias, sob a forma de pastilhas e/ou comprimidos, que têm por finalidade adsorver os gases e outras substâncias nocivas dissolvidas no estômago e nos intestinos.

As máscaras anti-gás possuem também filtros à base de carvão activado, concebidos para evitar que os gases tóxicos que circulam no ar, por exemplo, durante um incêndio, atinjam as vias respiratórias em quantidades perigosas.

A transformação do carvão em combustível gasoso pode realizar-se através dos processos de gaseificação e coqueificação, também designada por desgaseificação do carvão.

Gaseificação é o processo que consiste na oxidação parcial do carvão mineral (carbono) a altas temperaturas, libertando gases, de que são exemplo o gás misto (que contém  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{N}_2$ ), o gás de ar (composto por vapores de água e  $\text{CO}$ ) e o gás de água (contém  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$ ).

Este processo ocorre num aparelho denominado **gerador de Winkler**, que funciona continuamente, isto é, que trabalha muito tempo sem parar. Este gerador produz acima de  $30\,000\text{ m}^3$  de gás misto por hora.

Os gases obtidos são usados como combustíveis nas indústrias de cal, vidreira, cimenteira e na síntese de produtos químicos.

A coqueificação, ou desgaseificação, é o processo que consiste na decomposição térmica do carvão mineral na ausência do ar, formando gases e o coque.

Carvão  $\xrightarrow{800 - 1000\text{ }^\circ\text{C}}$  coque + gases ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , etc.)

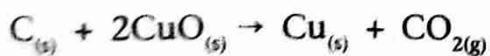
O coque é usado como fonte de energia e como redutor na indústria metalúrgica, na produção de ferro bruto e aço.

Os gases são usados como combustíveis na indústria.

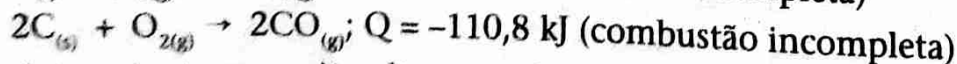
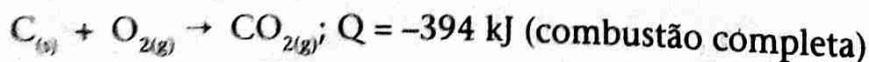
## 1.2.4 Propriedades químicas do carbono

A baixas temperaturas, o carbono (carvão), a grafite e o diamante são inertes, ou seja, não reagem; já por aquecimento a sua actividade aumenta:

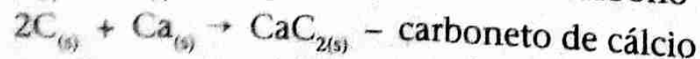
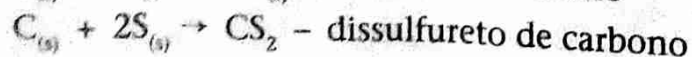
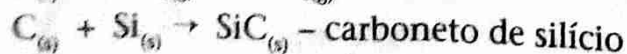
- O carbono liga-se facilmente ao oxigénio e serve de redutor forte no processo metalúrgico na fundição de metais a partir dos minérios.



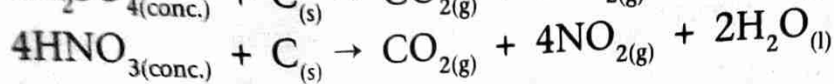
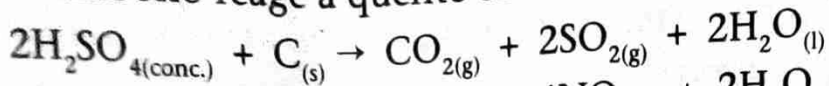
- O carbono reage directamente com o oxigénio, formando o dióxido de carbono e o monóxido de carbono.



- A temperaturas muito altas, o carbono reage com o hidrogénio, enxofre, silício e outros metais.



- O carbono reage a quente com os ácidos sulfúrico e nítrico.



## Actividades

- Qual é o tipo de carvão que utilizas na tua casa ou comunidade?
- Das afirmações que se seguem, assinala com um X apenas a que considerares correcta.
  - O carvão mineral é uma rocha de origem vegetal, produzida pelo Homem há milhões de anos.
  - O carvão de madeira é produzido pelo processo das medas, usado pelos carvoeiros.
  - Os tipos de carvão artificial são: coque, turfa, lenhite, antracite e carvão de madeira.
  - A quantidade de calor que o carvão produz depende da percentagem de impurezas que apresenta.
- Qual é a variedade de carvão mineral explorada na província de Tete?
- Em colaboração com os teus colegas, indica as medidas que devem ser adoptadas pelos carvoeiros para garantir a continuidade da produção do carvão de madeira por muitos anos.

## 1.3 Óxidos de carbono

### 1.3.1 Monóxido de carbono: propriedades físicas e químicas; obtenção e aplicações

#### Propriedades físicas do monóxido de carbono

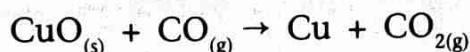
O monóxido de carbono (CO) em condições normais de temperatura e pressão (CNTP) é um gás incolor, inodoro, extremamente tóxico, venenoso, pouco solúvel em água e combustível.

## Propriedades químicas do monóxido de carbono

O monóxido de carbono arde com uma chama azul formando o dióxido de carbono, segundo a equação de reacção:



Quando a temperatura é elevada, o monóxido de carbono funciona como um redutor na indústria metalúrgica, no processo de produção de metais a partir dos seus óxidos. Por exemplo, quando se deixa passar o monóxido de carbono por um tubo aquecido contendo óxido de cobre (II), obtém-se o cobre metálico segundo a equação de reacção:



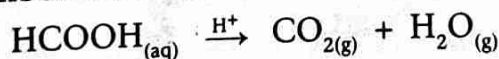
Este óxido não reage com água, nem com soluções ácidas e básicas.

## Obtenção do monóxido de carbono na indústria e no laboratório

Industrialmente, o monóxido de carbono é obtido a partir da reacção entre o dióxido de carbono e o carvão em brasa (processo que ocorre num forno aquecido a altas temperaturas):



Já no laboratório, o monóxido de carbono é obtido pela adição de ácido fórmico (HCOOH) a ácido sulfúrico aquecido. O ácido sulfúrico, por ser hidrocópico, retira a água do ácido fórmico, libertando o monóxido de carbono:



## Aplicações do monóxido de carbono

Além de muito utilizado na indústria metalúrgica como redutor no processo de obtenção de metais de alta pureza, o monóxido de carbono é também usado como combustível (gás de ar), na preparação de álcoois, na síntese de produtos químicos, entre outros.

### Saber mais

A acção venenosa do monóxido de carbono deve-se ao facto deste gás se associar facilmente à hemoglobina do sangue e torná-la incapaz de transferir o oxigénio dos pulmões para os tecidos, causando asfixia.

## 1.3.2 Dióxido de carbono: propriedades físicas e químicas; obtenção e aplicações

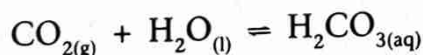
### Propriedades físicas do dióxido de carbono

Em CNTP, o dióxido de carbono é um gás incolor, inodoro, insípido, mais denso do que o ar, venenoso, pouco solúvel em água e incomburente (não alimenta as combustões).

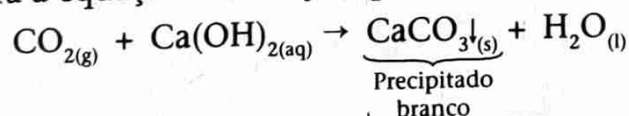
O dióxido de carbono apresenta vários processos de formação: na Natureza, durante a putrefacção dos resíduos vegetais e animais; na respiração; na combustão; libertando-se em grandes quantidades nas fendas vulcânicas e fontes de algumas águas termais. É também libertado em grandes quantidades pelas indústrias de produção de energia à base de combustíveis fósseis (petróleo e gás natural).

### Propriedades químicas do dióxido de carbono

O dióxido de carbono tem propriedades ácidas. Reage com a água em pequena percentagem, formando o ácido carbónico, segundo a equação da reacção:

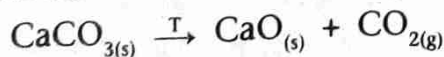


Ao fazer-se passar uma solução de hidróxido de cálcio (água de cal) sobre o dióxido de carbono, esta torna-se turva, devido à formação de um precipitado de carbonato de cálcio, como ilustra a equação da reacção química:

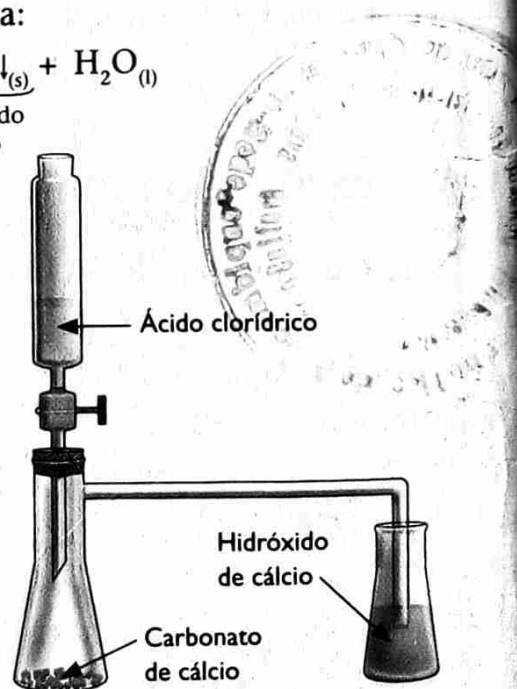


### Obtenção industrial e laboratorial do dióxido de carbono

Na indústria, as grandes quantidades de dióxido de carbono obtêm-se durante a decomposição térmica (ustulação) do calcário, também chamado carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).



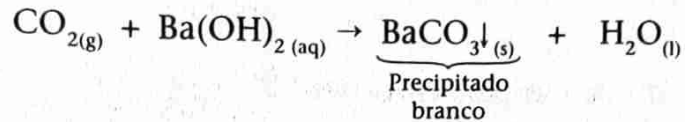
Em laboratório, o dióxido de carbono é obtido a partir da reacção entre o mármore (carbonatos) e o ácido clorídrico.



..... Fig. 10 Esquema de obtenção de dióxido de carbono no laboratório.

## Identificação do dióxido de carbono

O dióxido de carbono obtido pode ser identificado pela sua propriedade de formar um precipitado branco ao reagir com a solução de hidróxido de bário ou cálcio, segundo a equação da reacção:



## Aplicações do dióxido de carbono

O dióxido de carbono é utilizado na gaseificação da água mineral, refrigerantes e outras bebidas, assim como na produção de carbonato de sódio (soda) pelo processo de Solvay. É usado nos extintores de incêndios e nas instalações de frigoríficos sob a forma de neve carbónica.



....Fig. 11 Extinção de um incêndio utilizando neve carbónica.

### Saber mais

O dióxido de carbono, também conhecido como gás carbónico, é produzido por animais, plantas e diversos fenómenos naturais. É um dos gases responsáveis pelas chuvas ácidas, pois dissolve-se na água da chuva formando ácido carbónico.

A chuva ácida é responsável por vários problemas ambientais, afectando, entre outros, animais aquáticos e plantas; por exemplo, com acidez elevada, a fotossíntese torna-se mais lenta causando a morte das plantas.

### 1.3.3 Dióxido de carbono e problemas ambientais

Como foi dito, o dióxido de carbono na Natureza provém de várias fontes. Originalmente, é o produto de vários processos naturais, como o processo respiratório animal e vegetal, a decomposição de resíduos orgânicos nos solos, as emissões vulcânicas, entre outros.

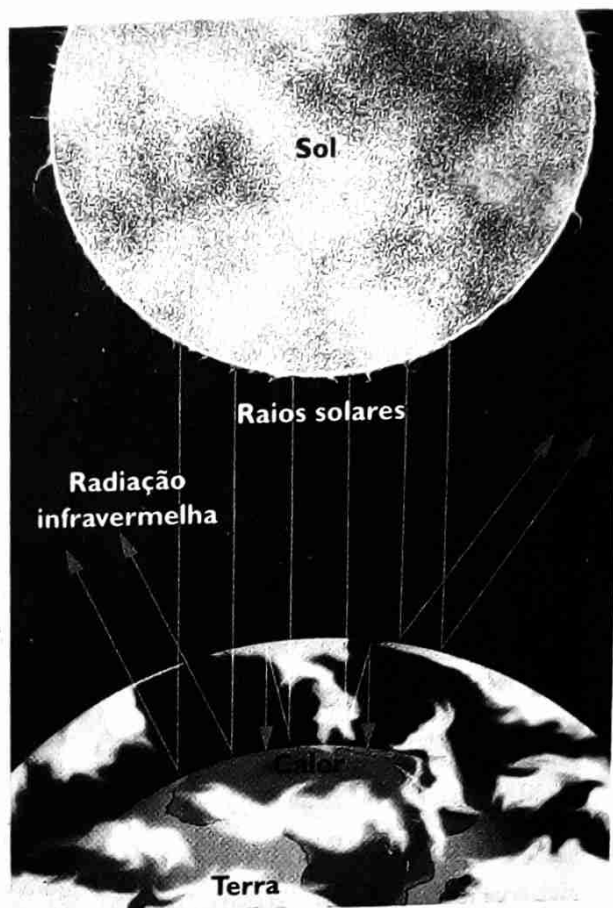
No entanto, nos últimos anos, vários factores estão a contribuir para elevar a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Entre eles, contam-se: o desenvolvimento industrial; a explosão demográfica; o aumento da queima de combustíveis; a prática de queimadas descontroladas nas grandes florestas.

Com o aumento da concentração do dióxido de carbono, a atmosfera absorve maior quantidade de radiação infravermelha proveniente do Sol e que é emitida para a superfície terrestre, aumentando, assim, a temperatura em todo o Planeta, ou seja, provocando o denominado **aquecimento global**.

É do teu conhecimento que a principal fonte natural do calor é o Sol. Dos raios solares que incidem sobre o Planeta, resultam radiações ultravioletas (UV) e radiações infravermelhas. Ora, é uma parte da radiação infravermelha que é absorvida pelas nuvens e pelo dióxido de carbono, aquecendo a atmosfera e criando o conhecido **efeito de estufa**.

É o efeito de estufa que mantém o clima estável na Terra e sem grandes variações.

A retenção do calor por uma estufa pode ser comparada ao processo que ocorre no interior de um carro fechado e estacionado ao sol. Sem ela, a temperatura média no Planeta seria de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  e não de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , como actualmente.



..... Fig. 12 Processo de retenção da radiação por gases de estufa.

### Saber mais

Uma estufa é uma câmara fechada, na qual as paredes e o tecto de vidro permitem a retenção de calor, mantendo o ambiente aquecido.

### 1.3.4 Processo de retenção da radiação por gases de estufa

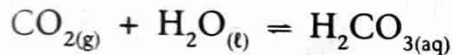
Actualmente, cientistas descobriram que, além do dióxido de carbono, outros gases poluentes, como o monóxido de carbono, o dióxido de nitrogénio, o metano e os clorofluorcarbonetos (CFCs), também absorvem o calor reflectido pela Terra, contribuindo para agravar o aquecimento global. As consequências deste são, entre outras: aumento do nível da água do mar devido ao derretimento dos gelos nas zonas polares; secas; cheias; ciclones mais violentos e em maior número; prejuízos na agricultura; epidemias; pragas, etc.

**Saber mais**

Em 1997, durante a convenção de Quioto, no Japão, mais de 160 países definiram metas para a redução da emissão dos gases poluentes. No entanto, muitos países, entre os quais as grandes potências mundiais, não estão a cumprir o acordo estabelecido, e pesquisas mostram que a temperatura média do Planeta continua a aumentar.

**1.4 Ácido carbónico e carbonatos****1.4.1 Ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

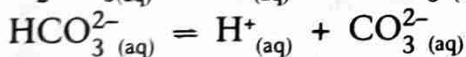
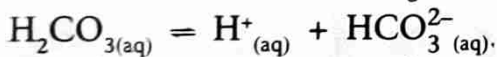
O ácido carbónico é um ácido muito fraco e instável, que existe apenas em solução aquosa.



A temperaturas elevadas, decompõe-se facilmente nos seus componentes: dióxido de carbono e água.



O ácido carbónico em solução aquosa dissocia-se parcialmente em iões hidrogénio (H<sup>+</sup>) e iões carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>).

**1.4.2 Carbonatos: ocorrência e aplicações**

Os carbonatos são sais do ácido carbónico. Destes, o mais abundante na Natureza é o **carbonato de cálcio**, que se encontra sob a forma de mármore, calcário e giz.

Podemos encontrar mármore no distrito de Montepuez, na província de Cabo Delgado, enquanto o calcário abunda nas províncias de Sofala (Muanza), Nampula (Nacala) e Maputo (Salamanga).

O calcário é insolúvel em água, mas quando submetido a um excesso de dióxido de carbono, em presença de água, dissolve-se, devido à formação de sal ácido.

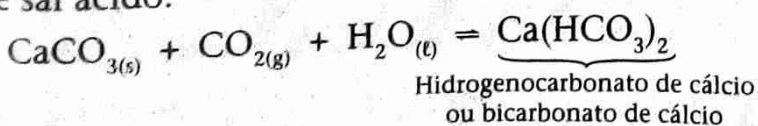


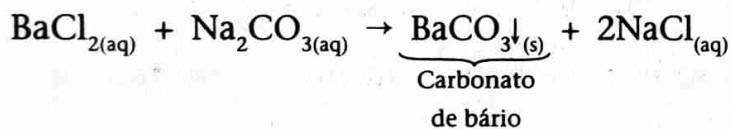
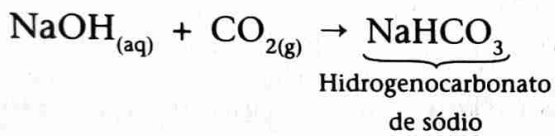
Fig. 13 Uma pedreira de mármore.

A equação química da página anterior mostra o fenómeno que causa a erosão química das rochas calcárias que podemos observar na Natureza.

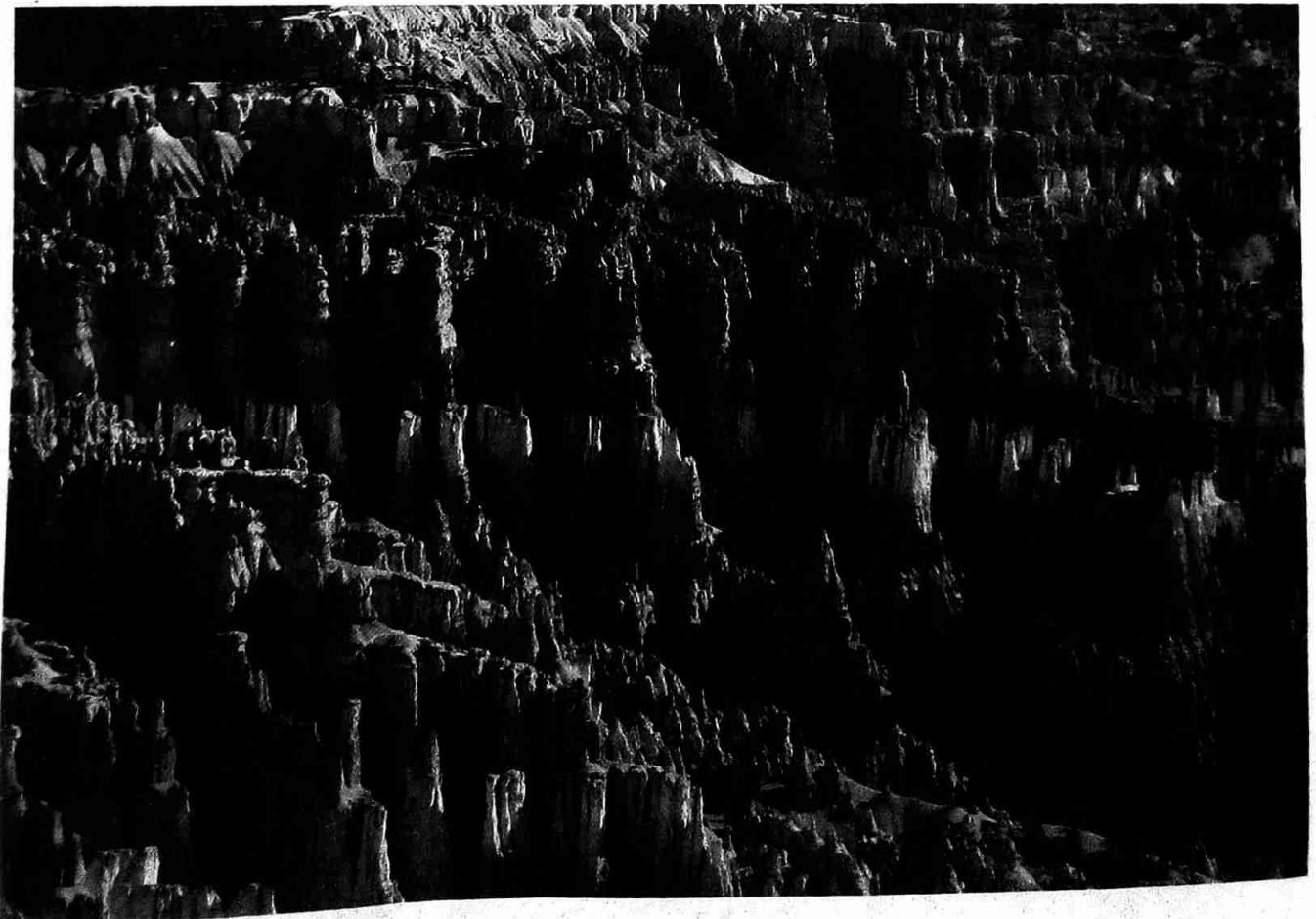
O ácido carbónico forma dois tipos de sais:

- hidrogenocarbonatos (sais ácidos);
- carbonatos (sais neutros).

Os sais do ácido carbónico podem ser obtidos pela acção do dióxido de carbono sobre as bases (álcalis), ou pela reacção entre os sais solúveis do ácido carbónico e os sais dos outros ácidos, como o demonstram as equações químicas que se seguem:



..... Fig. 14 Estátua corroída pelas chuvas ácidas.



..... Fig. 15 A erosão das rochas calcárias.

A maioria dos hidrogenocarbonatos é solúvel em água. Por sua vez, os carbonatos são muito pouco solúveis em água, excepto os carbonatos de sódio, potássio, rubídio e amónio.

## Aplicações mais importantes dos carbonatos

O carbonato de cálcio é usado no fabrico de cimento, vidro, cal viva (CaO) e adubos.

Os carbonatos de sódio e potássio são utilizados no fabrico de sabão, vidro, nas indústrias de papel, têxtil e petrolífera.

### Actividades

1. Dadas as seguintes afirmações, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.
  - a) O dióxido de carbono é um líquido incolor, de cor azul, mais denso do que o ar.
  - b) O dióxido de carbono é um gás que absorve uma parte das radiações infravermelhas provenientes do Sol, criando um efeito de estufa natural.
  - c) As maiores quantidades de dióxido de carbono libertam-se das indústrias de produção de energia a partir de combustíveis fósseis.
  - d) O monóxido de carbono é um gás incolor, tóxico e muito venenoso, utilizado como redutor na indústria metalúrgica.
  
2. Considera os seguintes compostos:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  e  $\text{CaO}$ .
  - 2.1 Determina o número de oxidação do carbono em todos os compostos.
  - 2.2 Nomeia-os.
  - 2.3 Menciona as aplicações do carbonato de cálcio e do carbonato de potássio.
  
3. Assinala, com X, apenas a resposta correcta.

O aumento da concentração do dióxido de carbono na atmosfera tende a provocar:

  - a) precipitação de granizo;
  - b) o aumento da temperatura média do Planeta;
  - c) o aumento da quantidade de monóxido de carbono na atmosfera;
  - d) o aumento do nível da água do mar.

## 1.5 Silício: ocorrência, propriedades, modo de obtenção e aplicações

### 1.5.1 Ocorrência do silício na Natureza

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, ocupando cerca de 27 por cento da sua massa. Depois do oxigénio, é o principal elemento do reino mineral.

Na Natureza, ocorre apenas combinado com outros elementos, principalmente sob a forma de dióxido de silício (quartzo) e de silicatos, como, por exemplo, feldspato, mica e caulino.

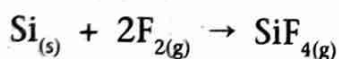
Existe em todas as rochas, argilas e terras, sob a forma de silicatos de alumínio, ferro, magnésio e de outros metais.

Nos organismos vivos, o teor de silício é muito reduzido. Porém, alguns organismos marinhos, como as radiolárias, as esponjas sílicas e as algas diatomites, acumulam grandes quantidades desta substância.

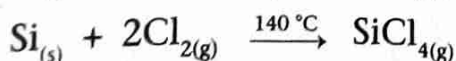
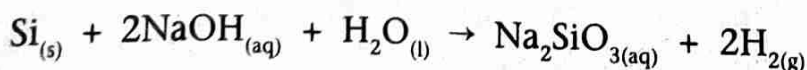
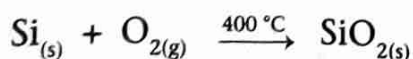
### 1.5.2 Propriedades físicas e químicas do silício

O silício é um sólido semimetal, com uma estrutura cristalina semelhante à do diamante, e solúvel em metais fundidos.

À temperatura ambiente é inerte, isto é, não reage, e combina-se apenas directamente com o flúor.

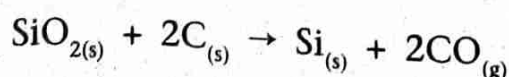


Quando aquecido, o silício reage com oxigénio, enxofre e halogéneos. Reage energeticamente com as bases, mas não com os ácidos, excepção feita ao ácido fluorídrico.

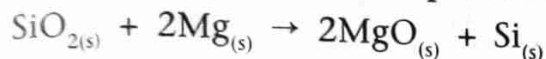


### 1.5.3 Obtenção industrial do silício

O silício é obtido pela redução do dióxido de silício resultante da combustão do coque em fornos eléctricos:



O silício assim obtido contém entre dois a cinco por cento de impurezas. Este semimetal também pode resultar da ustulação (isto é, da submissão a uma alta temperatura em presença do ar) do magnésio com areia fina (dióxido de silício), tornando-o, assim, um composto oxigenado.



### 1.5.4 Aplicações do silício

Os cristais de silício de alta pureza caracterizam-se por uma baixa condutibilidade. Contudo, a adição de impurezas à sua estrutura-base aumenta, brusca e exponencialmente, a sua condutibilidade, razão pela qual é usado na constituição de semicondutores no fabrico de amplificadores, rectificadores e células fotoeléctricas. É também utilizado na indústria metalúrgica, com o intuito de remover o oxigénio dos óxidos metálicos, e ainda como aditivo de ligas metálicas.

Dada a sua elevada resistência, os aparelhos construídos em silício podem suportar temperaturas-limite na ordem dos 2500 °C.

### 1.5.5 Compostos de silício. A produção de vidro, cimento e cerâmica

#### Compostos de silício

#### Dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>)

O dióxido de silício, ou sílica, é uma substância sólida de difícil fusão, que se encontra na Natureza na sua forma cristalina ou amorfa.

Forma amorfa é um estado em que o composto apresenta forma irregular, ou seja, não apresenta uma forma própria.

Na Natureza, o dióxido de silício cristalino está difundido sob a forma do que conhecemos como quartzo (mineral). É a partir dos grãos de quartzo, que se forma a areia comum.

Este óxido é muito duro, insolúvel em água e funde a 1610 °C, transformando-se num líquido incolor que, após o arrefecimento, forma uma massa vítrea.

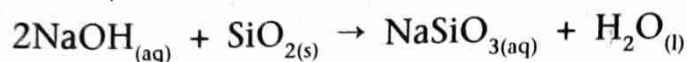


..... Fig. 16 Quartzo.

O dióxido de silício amorfo é menos abundante na Natureza. Possui propriedades ácidas, mas não reage com água, nem com ácidos, excepto o ácido fluorídrico, originando, neste caso particular, fluoreto de silício e água, como podes observar:



Também reage com bases, formando silicatos:



## Silicatos

Os silicatos são sais do ácido silícico, insolúveis em água, à excepção dos silicatos de sódio e de potássio.

Estas substâncias podem encontrar-se na Natureza sob a forma de argilas e pedras preciosas, como, por exemplo, esmeraldas e águas-marinhas.



..... Fig. 17 Esmeralda.



..... Fig. 18 Água-marinha.

Os silicatos são usados como matéria-prima na produção de vidro, artigos de cerâmica, cimento, papel, borracha e tintas. São também utilizados no processo de tratamento de água (aluminossilicatos).

## O vidro e as suas aplicações

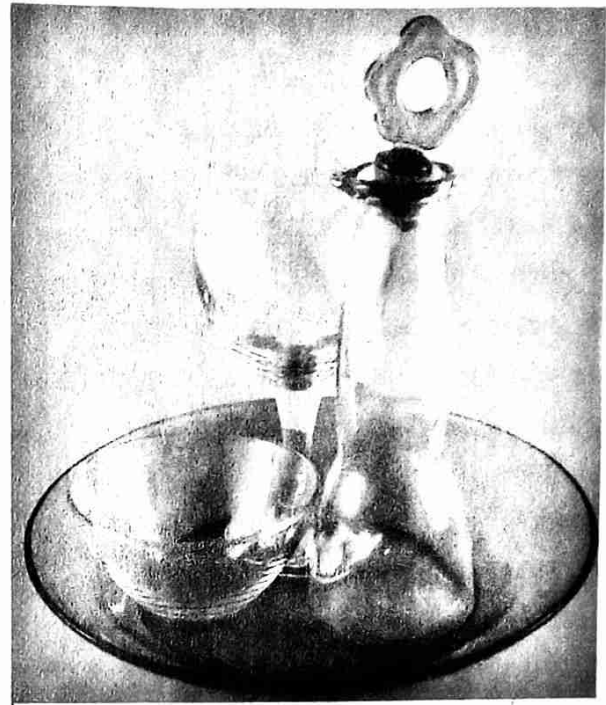
O vidro é uma substância amorfa, rígida, dura e transparente. É insolúvel em água e nos ácidos ou bases, excepto no ácido fluorídrico.

É uma substância que, quando transformada, está presente em todos os locais, nomeadamente casas, restaurantes, hospitais, farmácias, laboratórios, entre outros, sendo impossível dissociá-lo do nosso dia-a-dia.

## Produção de vidro

Para a produção do vidro, mistura-se areia branca ( $\text{SiO}_2$ ), calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) e carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Esta mistura é aquecida a temperaturas de cerca de  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  até fundir, seguida de um arrefecimento. Deste processo obtém-se uma liga transparente e amorfa, que identificamos sob a designação de vidro.

No nosso país, o vidro é produzido na Companhia Vidreira de Moçambique, localizada na Machava, cidade de Matola.



..... Fig. 19 Alguns objectos produzidos em vidro.

### Saber mais

Durante muitos séculos, o vidro foi apenas usado para janelas e louças. Contudo, hoje em dia, a sua utilização abrange várias finalidades, como por exemplo, a produção de recipientes para substâncias químicas, lentes ópticas, recipientes refractários (vulgo pirex), lâmpadas, sinais luminosos (semáforos), televisores, vidros para a indústria automóvel, aeronáutica, náutica, etc.

Se se pretender produzir vidro para fins especiais (por exemplo, à prova de bala para edifícios e viaturas), é necessário adicionar-lhe outras matérias-primas, como óxidos de zinco, chumbo, lítio, crómio, boro, cobre, etc.

Deste modo, podemos concluir que a composição do vidro depende, sobretudo, do seu campo de aplicação.

## O cimento e as suas aplicações

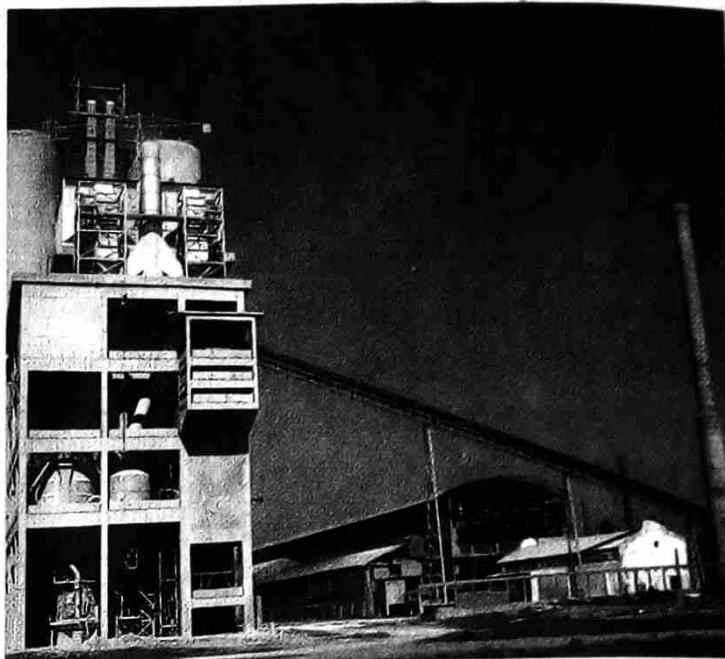
O cimento é um dos materiais de construção mais importantes, tanto na nossa sociedade como no Mundo. Obtém-se pelo aquecimento, a altas temperaturas, que rondam entre  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  a  $1600\text{ }^\circ\text{C}$ , de uma mistura de calcário e argila.

Durante a «cozedura» dessa mistura, o calcário decompõe-se em dióxido de carbono e cal viva ( $\text{CaO}$ ). O último, quando em contacto com a argila, forma os silicatos e os aluminatos de cálcio que constituem o cimento.

Existem vários tipos de cimento. Assim, o cimento dito ordinário, ou Portland, é aquele que apresenta a qualidade exigida para a construção civil.

No nosso país, este tipo de cimento é produzido pela empresa Cimentos de Moçambique, situada nas províncias de Maputo (Matola), Sofala (Dondo) e Nampula (Nacala).

Na construção de casas, edifícios e pontes usa-se uma mistura de cimento com areia e água, à qual se dá o nome de **argamassa**. Da mistura desta última com brita (pedra britada ou cascalho), obtém-se o **betão**, que é um material imprescindível na construção civil.



..... Fig. 20 Fábrica de cimento na cidade de Matola, Maputo.

## A cerâmica e as suas aplicações

Designamos como cerâmica os materiais e artigos fabricados a partir de argila, carbonetos e óxidos de alguns metais.

O processo de produção dos artigos de cerâmica consiste na preparação da massa do mesmo nome e respectivas moldagem, secagem e cozimento. Estas operações realizam-se de formas diferentes, em função do produto desejado e da aplicação do mesmo.

Em função da sua aplicação, os artigos de cerâmica dividem-se em: cerâmica de construção, cerâmica quimicamente resistente, cerâmica técnica e cerâmica habitual.

A cerâmica de construção engloba os seguintes materiais: tijolos, telhas, tubos, chapas de revestimento, entre outros.

À cerâmica habitual pertencem os artigos de louça e porcelana, como, por exemplo, pratos, chávenas, potes e outros.

A cerâmica técnica aplica-se à produção de isoladores, condensadores, velas de ignição, cadinhos de alta temperatura e tubos.

Já a cerâmica quimicamente resistente emprega-se na indústria química.

Alguns artigos de cerâmica são cobertos por esmalte, isto é, por uma camada fina de material vítreo que torna a cerâmica impermeável à água, protegendo-a, assim, contra a acção de ácidos e bases e conferindo-lhe brilho.

No nosso país são fabricados produtos de cerâmica por processos caseiros e por processos industriais (cerâmica vidrada).

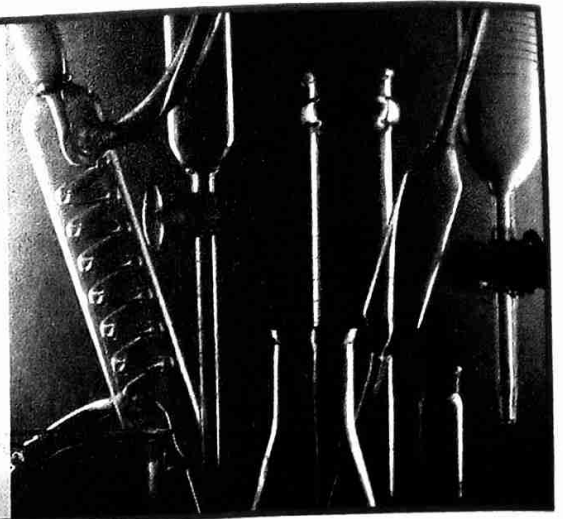
## Actividades

1. Das afirmações seguintes, assinala com X apenas a que considerares correcta.
  - a) Os silicatos são sais do ácido carbónico.
  - b) O vidro é uma substância amorfa, transparente e rígida usada no fabrico de louça.
  - c) Em Moçambique, o cimento é produzido nas províncias de Tete, Nampula e Sofala.
  - d) Os artigos de cerâmica são produzidos no nosso país apenas pelo processo caseiro.
2. Quais são as indústrias que existem na tua província?
  - 2.1 Indica quais os produtos produzidos nas mesmas.
3. Desenha uma tabela apresentando, comparativamente, as seguintes propriedades do monóxido e do dióxido de carbono: estado físico, densidade, solubilidade em água e combustibilidade.
4. Escreve as equações químicas referentes à obtenção industrial e laboratorial do dióxido de carbono.
5. Em conjunto com os teus colegas, debate e responde às questões seguintes.
  - 5.1 Quais são as actividades que têm provocado o aumento da concentração do dióxido de carbono na atmosfera?
  - 5.2 Por que razão as medidas adoptadas em convenções internacionais não têm evitado o aumento da temperatura média da superfície terrestre?
  - 5.3 Quais são as consequências do aquecimento global?
6. Quantos gramas de oxigénio são necessários para queimar 36 gramas de carbono na sua totalidade?
7. O carbonato de cálcio reage com o ácido clorídrico de acordo com a seguinte equação de reacção:  $\text{CaCO}_{3(s)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ 
  - 7.1 Calcula a massa da água, em gramas, e o volume do gás ( $\text{CO}_2$ ) nos CNTP formados ao reagirem com 50 gramas de carbonato de cálcio.

## Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- produzir e identificar o dióxido de carbono usando material localmente disponível;
- testar o poder adsorvente do carvão vegetal;
- testar as propriedades extintoras do dióxido de carbono;
- aplicar as regras de higiene e segurança na realização das experiências.



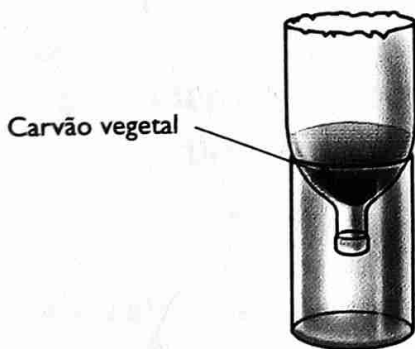
### Experiência I

#### O poder adsorvente do carvão vegetal

**Material:** uma garrafa de plástico vazia, um papel de filtro (ou um pedaço de pano de algodão), carvão vegetal triturado e solução tingida (refrigerante de laranja, de cola ou sumo).

#### Procedimento:

- Corta a garrafa de plástico ao meio (cuidado para não te cortares).
- Junta o bocal à base, como ilustra a figura.
- Coloca o papel de filtro (ou o pedaço de pano de algodão) na parte superior, como mostra a figura.



..... Fig. 21 Processo de adsorção.

- Coloca o carvão vegetal por cima do papel de filtro, no interior do recipiente.
- Passa a solução tingida pelo carvão vegetal.
- Anota as observações.
- Repete este procedimento com o carvão activado, se este existir no laboratório da tua escola.
- Tira conclusões.

## Experiência 2

### Obtenção e identificação do dióxido de carbono a partir de um fermento instantâneo ou de um digestivo efervescente

**Material:** uma garrafa de plástico vazia com a tampa, uma palhinha ou um tubo de borracha, um copo de vidro, fermento instantâneo ou digestivo efervescente, vinagre branco ou sumo de limão, água e hidróxido de cálcio (água de cal) ou bário.

#### Procedimento:

- Faz um buraco na tampa da garrafa plástica e insere uma palhinha ou um tubo de borracha.
- Prepara um copo de vidro com cerca de 5 ml da solução de hidróxido de cálcio.
- Verte na garrafa de plástico um pacotinho de digestivo efervescente, ou uma colher de sopa de fermento instantâneo.
- Adiciona, de seguida, 10 ml de vinagre branco, ou de sumo de limão e água. Tapa imediatamente.
- Faz borbulhar o gás produzido na solução de hidróxido de cálcio ou bário.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

## Experiência 3

### Propriedade extintora do dióxido de carbono

**Material:** uma garrafa de plástico vazia ou um copo de vidro, uma vela pequena, fermento instantâneo, vinagre branco, um palito de fósforo e a respectiva caixa.

#### Procedimento:

- Corta a garrafa plástica ao meio (cuidado para não te cortares).
- Fixa a vela na base (atenção: a vela não pode ultrapassar a altura da garrafa).
- Introduce na garrafa, com a vela fixa, 2 ml de solução de vinagre.
- De seguida, acende a vela e deita uma colher de fermento instantâneo na solução (Cuidado! O fogo queima).
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

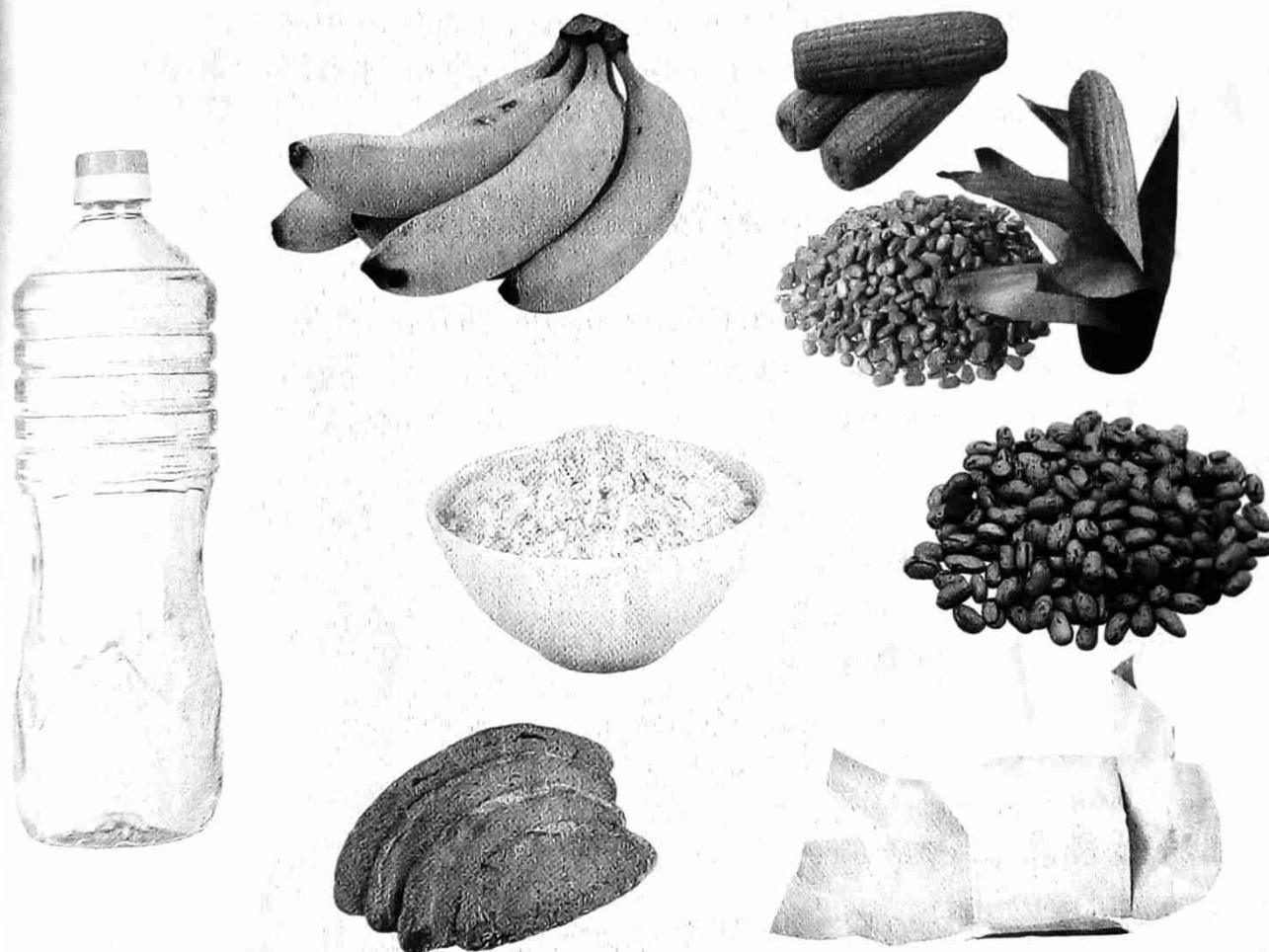
## Vamos reflectir...

1. Por que razão a solução tingida, quando passa pelo carvão vegetal ou carvão activado, perde a coloração?
2. Qual é a função do carvão vegetal ou activado na experiência que realizaste?
3. Como é que se identifica o dióxido de carbono durante o processo da sua obtenção?
4. Por que razão a chama da vela se apaga quando se adiciona o fermento instantâneo à solução de vinagre?
5. Em que estado físico se encontra o dióxido de carbono usado nos extintores de incêndio?

## Vamos lembrar...

- Os elementos do IV-grupo principal são: o carbono, o silício, o germânio, o estanho e o chumbo.
- As variedades alotrópicas do carbono são: o diamante e a grafite.
- O diamante é uma substância muito dura, incolor, transparente, altamente refringente e não conduz a corrente eléctrica.
- A grafite é uma substância cinzento-escura, opaca, possui um brilho metálico, é mole, frágil e conduz a corrente eléctrica.
- Existem dois tipos de carvão: natural ou mineral e artificial.
- As variedades do carvão artificial são: o carvão de madeira, o coque, o carvão animal e o negro-de-fumo.
- As variedades do carvão mineral são: a turfa, a lenhite, a hulha e a antracite.
- Os processos de transformação do carvão mineral são: a gaseificação e a coqueificação ou desgaseificação.
- Os óxidos de carbono são o monóxido de carbono e o dióxido de carbono.
- Os gases responsáveis pelo efeito de estufa e pelo aquecimento global são: o dióxido de carbono, o monóxido de carbono, o dióxido de nitrogénio, o metano e os clorofluorcarbonetos (CFCs).
- Os carbonatos são sais do ácido carbónico.
- Os silicatos são sais do ácido silícico.
- As principais matérias-primas usadas na produção do vidro são: o dióxido de silício, o carbonato de sódio e o calcário.
- Na produção de cimento utilizam-se: o calcário e a argila.
- Na produção de artigos em cerâmica, utilizam-se: a argila, carbonetos e alguns óxidos metálicos (minérios).

# Introdução ao estudo da Química Orgânica



..... Fig. 1 Exemplos de alguns alimentos do nosso dia-a-dia que contêm compostos orgânicos na sua composição.

Nesta unidade, vamos aprender a:

- definir o conceito de Química Orgânica;
- reconhecer a importância da Química Orgânica na sociedade;
- descrever a história da Química Orgânica;
- distinguir os compostos orgânicos e os compostos inorgânicos;
- identificar os tipos de fórmulas químicas;
- classificar e representar as cadeias carbônicas.

## 2.1 História da Química Orgânica

A Química Orgânica existe desde a Pré-história. Podemos afirmá-lo porque tal comprova-se na sua aplicação à vida quotidiana de diversas civilizações. De facto, já os povos da Antiguidade, como os Egípcios, os Fenícios e os Romanos, produziam:

- o vinho, por fermentação do sumo de uva e de outros líquidos açucarados;
- o vinagre (ácido acético), por fermentação do vinho;
- o açúcar, a partir da cana-de-açúcar;
- os corantes, a partir de extractos de plantas para tingir tecidos.

No entanto, é de referir, também, que estes povos não tinham a noção da natureza química dos processos que utilizavam.

Enquanto ciência, a Química «nasceu» entre os finais do século XVIII e o início do século XIX.

Assim, em 1776, o químico sueco Bergmann, no decorrer do seu estudo sistemático dos compostos químicos, separou, pela primeira vez, os compostos em duas grandes classes: compostos orgânicos e compostos inorgânicos.

Os compostos orgânicos são substâncias de origem animal e vegetal, tidas como produtos dos organismos vivos.

Os compostos inorgânicos são substâncias de origem mineral que não podem ser produzidas por organismos vivos.

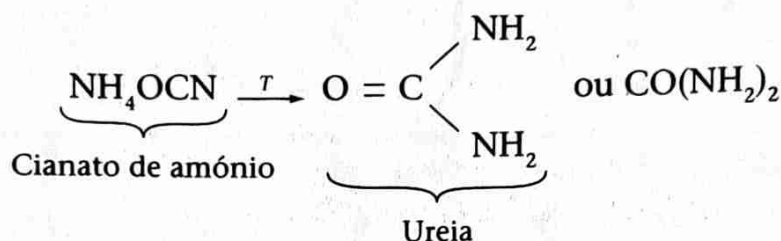
Os químicos acreditavam que a Natureza possuía uma certa força sobrenatural, à qual chamavam «força vital». Esta concepção defendia a ideia de que as substâncias orgânicas só podiam existir em organismos vivos.

Assim, em 1807, Jöns Jacob Berzelius, um químico sueco, formulou a teoria da força vital, segundo a qual «os compostos orgânicos só podiam ser obtidos dos seres vivos, sob influência da força divina».



..... Fig. 2 Jacob Berzelius (1779-1848), químico sueco.

Esta teoria foi destronada em 1828 pelo químico alemão Friedrich Wöhler, aluno de Berzelius, quando sintetizou, pela primeira vez, num laboratório, o composto orgânico ureia, por aquecimento de um composto inorgânico: o cianato de amónio.



Este processo foi o precursor de muitos outros da mesma índole, que originaram outros tantos compostos inorgânicos. Assim, em 1845, o químico alemão Herman Kolbe sintetizou o ácido acético. Por sua vez, em 1854, o químico francês Marcelin Berthlot obteve a gordura por via sintética. Já em 1861, o químico russo Aleksandr Butlerov sintetizou uma substância açucarada.

Com os estudos posteriormente realizados, constatou-se que todos os compostos orgânicos possuem carbono na sua constituição, razão pela qual a Química Orgânica passou a ser definida da seguinte maneira:

A Química Orgânica é o ramo da Química que estuda os compostos de carbono.

Entretanto, verificou-se que existem alguns compostos que têm o elemento carbono na sua constituição, mas não pertencem ao grupo dos compostos orgânicos.

**Exemplos:**  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , carbonatos e  $\text{NH}_4\text{OCN}$ .

Estas substâncias pertencem ao grupo dos compostos inorgânicos.

## 2.2 Importância da Química Orgânica na sociedade e seu objecto de estudo

O estudo dos compostos de carbono, da sua estrutura e respectivas reacções químicas constitui o objecto de estudo da Química Orgânica. Esta desempenha um papel fundamental na vida do Homem e no desenvolvimento da ciência e da técnica, uma vez que se aplica nos diversos ramos da nossa sociedade, como, por exemplo, na medicina, na agricultura, na indústria alimentar, na indústria petroquímica, entre outras.

Quer isto dizer que, nos diversos campos da sociedade, são utilizadas substâncias orgânicas, como combustíveis, proteínas, plásticos, explosivos, vitaminas, insecticidas, adubos, hormonas, medicamentos, borracha, sabões, tintas, etc.



..... Fig. 3 Vitaminas (exemplo de substâncias orgânicas).

Actualmente, os químicos produzem novas substâncias orgânicas, que se destinam a diversos fins. Na indústria moderna, as substâncias naturais são transformadas para a criação de novos compostos e matérias-primas, utilizados nos diferentes ramos industriais.

### Saber mais

A Química Orgânica aproveitou os conhecimentos provenientes da sabedoria popular, no que diz respeito a determinadas ervas, cujas propriedades terapêuticas se encontram hoje devidamente comprovadas, para produzir medicamentos. Disto são exemplo as conhecidas ervas antimaláricas (como a erva-de-santa-maria) e os fármacos que delas derivam, entre outros.

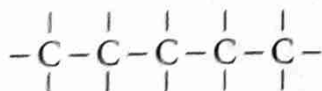
## 2.3 Teoria da estrutura química dos compostos orgânicos

Em 1861, o químico russo, Aleksandr Butlerov, formulou uma teoria para a explicação da estrutura das moléculas nos compostos orgânicos. Este cientista considerava que os átomos e as moléculas não se dispunham de qualquer maneira, mas sim segundo uma ordem determinada, verificável através de métodos químicos, representada numa fórmula.

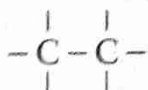
Segundo Butlerov, a estrutura química define-se como a sequência de ligação dos átomos numa molécula, bem como as suas influências mútuas.

A teoria da estrutura química dos compostos orgânicos baseia-se nos seguintes postulados.

- Nas moléculas, os átomos ligam-se entre si numa ordem sucessiva segundo as suas valências.
- Os átomos de carbono podem ligar-se entre si, formando cadeias estáveis, o que condiciona a variedade dos compostos orgânicos.



- O carbono é tetravalente, isto é, forma sempre quatro ligações covalentes, que podem ser: simples, duplas ou triplas.



Ligação simples



Ligação dupla



Ligação tripla

- As propriedades específicas dos compostos orgânicos são determinadas pelas propriedades do carbono enquanto elemento químico.

## 2.4 Comparação entre compostos orgânicos e compostos inorgânicos

A classificação das substâncias em orgânicas e inorgânicas derivou da constatação do facto dos compostos apresentarem propriedades específicas. A tabela que se segue apresenta as principais diferenças entre os compostos orgânicos e inorgânicos.

Critério de comparação quanto a...	Compostos orgânicos	Compostos inorgânicos
Composição elementar	Todos os compostos apresentam a mesma composição: C, H, O e N. Contêm, também, halogéneos, fósforo e enxofre.	Todos os compostos apresentam composição diferente.
Natureza	Na maioria, são compostos moleculares e apolares.	Na maioria, são compostos iónicos e polares.
Solubilidade	Na maioria, são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos.	Na maioria, são solúveis em água.
Condutibilidade eléctrica	Na maioria, não conduzem a corrente eléctrica.	Na maioria, conduzem a corrente eléctrica em solução aquosa ou fundida.
Combustibilidade	São todos combustíveis.	Raramente são combustíveis.
Pontos de fusão e ebulição	Na maioria, apresentam pontos de fusão e ebulição relativamente baixos.	Na maioria, apresentam altos pontos de fusão e ebulição.

Tabela 1 Diferenças entre compostos orgânicos e inorgânicos.

### 2.4.1 Propriedades gerais dos compostos orgânicos

- Todos os compostos orgânicos possuem carbono na sua constituição.
- Geralmente, não são solúveis em água. São solúveis em solventes orgânicos, tais como: benzeno, éter, acetona, etc.
- Predominam as ligações covalentes nos compostos, sendo a maioria deles gases e líquidos.
- São todos combustíveis.
- Apresentam o fenómeno de isomeria, isto é, compostos que apresentam a mesma fórmula molecular mas estruturas diferentes.
- As reacções entre os compostos são, geralmente, lentas.

## 2.5 Tipos de fórmulas químicas

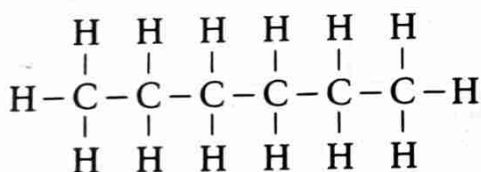
Antes de continuares o estudo da temática desta unidade, é importante conheceres os diversos tipos de representação das fórmulas químicas. Assim, as fórmulas químicas podem ser:

- a) **fórmula molecular** – é uma representação que indica o número de átomos de cada elemento que constitui a molécula.

**Exemplos:**  $\text{CH}_4$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

- b) **fórmula estrutural** – é uma representação que indica, através de traços, a disposição dos átomos na molécula.

**Exemplo:**



- c) **fórmula racional** – é uma representação que expressa a composição de cada carbono com os seus hidrogénios.

**Exemplos:**  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

A tabela que se segue apresenta comparativamente as três fórmulas químicas.

Fórmula molecular	Fórmula estrutural	Fórmula racional
$\text{C}_2\text{H}_6$	$  \begin{array}{ccc}  \text{H} & \text{H} & \\    &   & \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    &   & \\  \text{H} & \text{H} &  \end{array}  $	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$  \begin{array}{cccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

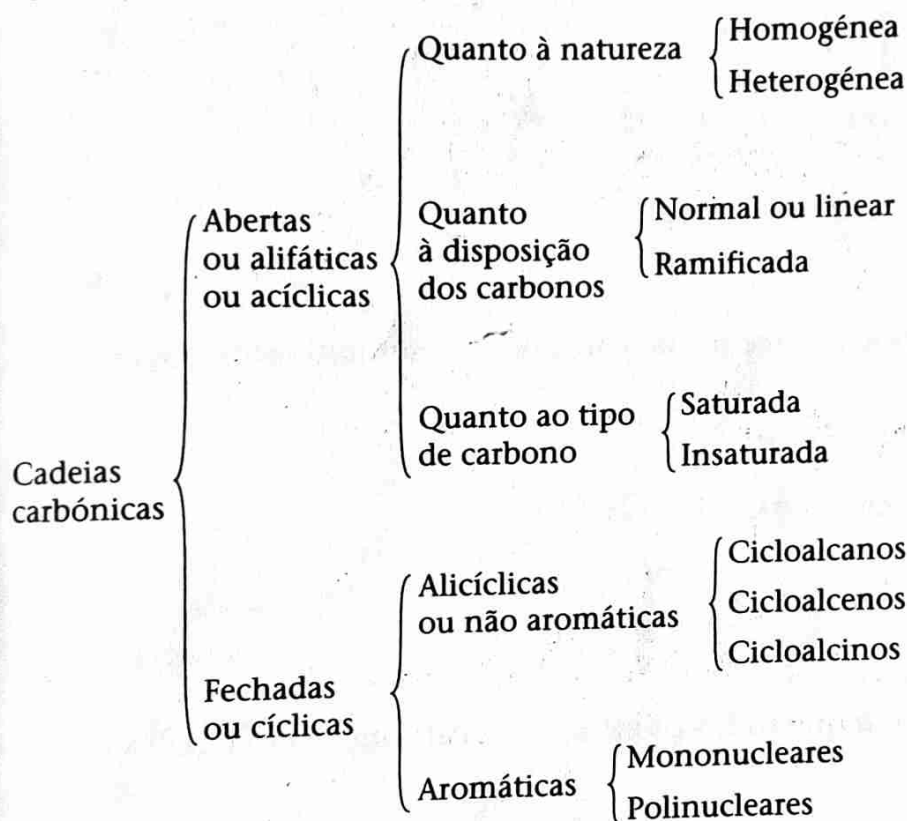
Tabela 2 Tipos de fórmulas químicas.

## 2.6 Cadeias carbónicas: conceito e classificação

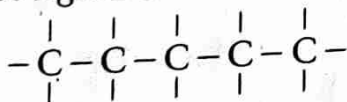
Os átomos de carbono possuem a capacidade de se ligarem entre si, formando cadeias carbónicas.

Uma cadeia carbónica define-se como uma sequência de átomos de carbono ligados entre si por ligações covalentes.

As cadeias carbónicas classificam-se em:



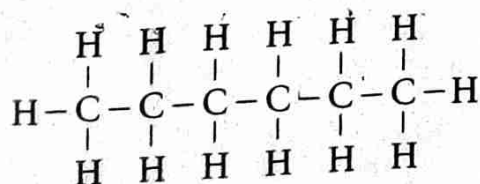
**1. Cadeias abertas** – aquelas em que os átomos de carbono das extremidades não se ligam entre si.



Uma cadeia aberta pode ser:

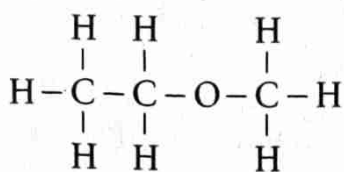
**a) homogénea** – aquela que contém na cadeia apenas átomos de carbono e hidrogénio.

**Exemplo:**



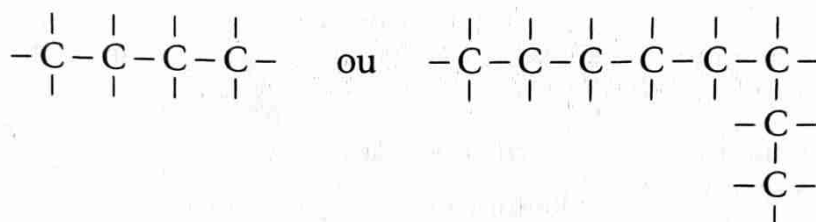
**b) heterogênea** – aquela que contém, além de átomos de carbono e hidrogênio, outros átomos diferentes.

**Exemplo:**



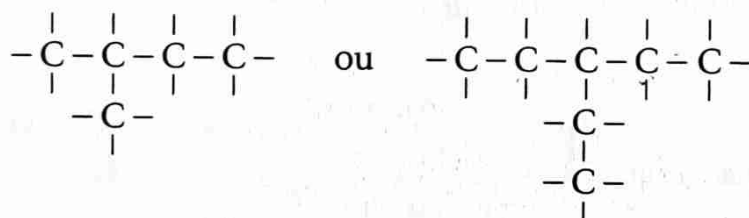
**c) normal ou linear** – quando os átomos de carbono estão numa única sequência.

**Exemplo:**



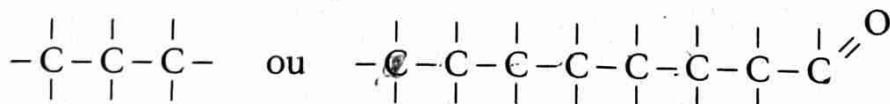
**d) ramificada** – quando os átomos de carbono apresentam ramificações.

**Exemplo:**



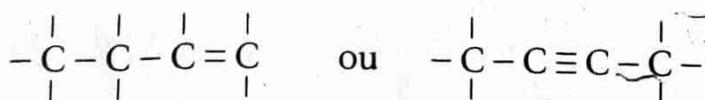
**e) saturada** – aquela em que todos os átomos de carbono estão ligados entre si por ligações simples.

**Exemplo:**



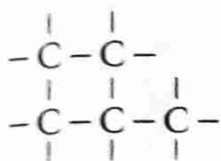
**f) insaturada** – aquela em que algumas ligações entre os átomos de carbono são duplas ou triplas.

**Exemplo:**



**2. Cadeias fechadas** – aquelas em que os átomos de carbono das extremidades se ligam entre si formando um ciclo.

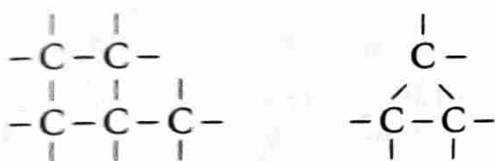
**Exemplo:**



Uma cadeia fechada pode ser:

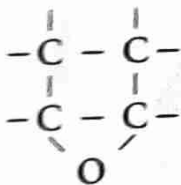
**a) homogénea**

**Exemplos:**



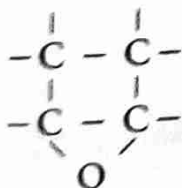
**b) heterogénea**

**Exemplo:**



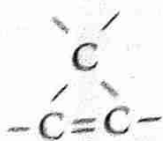
**c) saturada**

**Exemplo:**



**d) insaturada**

**Exemplo:**



**3. Cadeias aromáticas** – são aquelas que apresentam seis átomos de carbono ligados entre si, formando um anel benzênico.

**Exemplo:**



As cadeias aromáticas podem ser:

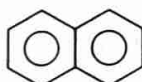
**a) mononucleares** – quando apresentam apenas um anel benzênico.

**Exemplo:**



**b) polinucleares** – quando apresentam dois ou mais anéis benzênicos. Estas podem ser polinucleares condensadas e polinucleares isoladas.

**Exemplos:**



Cadeia aromática polinuclear condensada



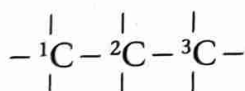
Cadeia aromática polinuclear isolada

## 2.7 Tipos de carbono numa cadeia carbônica

Os átomos de carbono no interior da cadeia podem ser classificados em:

**a) carbono primário** – está ligado a um único outro átomo de carbono na cadeia.

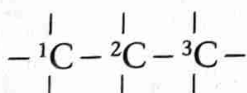
**Exemplo:**



Os carbonos 1 e 3 são primários.

**b) carbono secundário** – está ligado a outros dois átomos de carbono na cadeia.

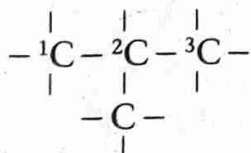
**Exemplo:**



O carbono 2 é secundário.

**c) carbono terciário** – está ligado a outros três átomos de carbono na cadeia.

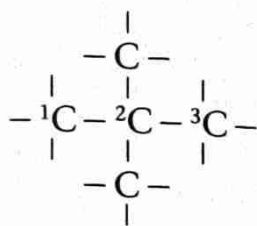
**Exemplo:**



O carbono 2 é terciário.

**d) carbono quaternário** – aquele que se liga a outros quatro átomos de carbono na cadeia.

**Exemplo:**



O carbono 2 é quaternário.

## 2.8 Funções orgânicas

As funções orgânicas são grupos de compostos que apresentam uma estrutura química semelhante.

Um grupo funcional é um agrupamento de átomos com a mesma estrutura.

Na 9.<sup>a</sup> classe, estudaste as principais funções inorgânicas: ácidos, bases, óxidos e sais. Agora, vais estudar as seguintes funções orgânicas:

Função orgânica	Fórmula geral	Grupo funcional
Hydrocarbonetos	Alcanos $C_nH_{2n+2}$ Alcenos $C_nH_{2n}$ Alcinos $C_nH_{2n-2}$	-----
Álcool	$R-OH$	$-OH$
Fenol	$Ar-OH$	$-OH$
Aldeído	$R-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$	$-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$
Cetona	$R-C \begin{array}{l} \parallel O \\ -R_1 \end{array}$	$-C \begin{array}{l} \parallel O \\ - \end{array}$
Ácidos carboxílicos	$R-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	$-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$
Ésteres	$R_1-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow O-R_2 \end{array}$	$-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow O- \end{array}$

Tabela 3 Funções orgânicas. R, R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub> indicam a ligação a um átomo de hidrogénio ou a um radical. Ar é o radical fenil ou arilo.

**Actividades**

1. Assinala, com X, os nomes dos cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da Química Orgânica.

- a) Dalton.
- b) Wöhler.
- c) Newton.
- d) Berzelius.

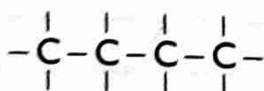
2. Das seguintes afirmações, assinala as frases verdadeiras com V e as falsas com F.

- a) A Química Orgânica é a parte da Química que estuda os compostos obtidos do reino mineral.
- b) A teoria da força vital defendia a ideia de que os compostos orgânicos só podiam ser sintetizados pelos seres vivos.
- c) O cientista que classificou os compostos em orgânicos e inorgânicos foi o químico russo Butlerov.
- d) As cadeias abertas são aquelas em que os átomos de carbono das extremidades não se ligam entre si.

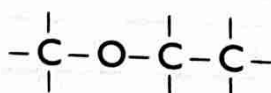
3. Qual é o tipo de ligação química que predomina entre os compostos orgânicos?

4. Considera as substâncias com as estruturas seguintes:

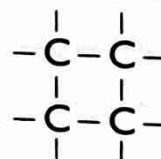
(I)



(II)



(III)



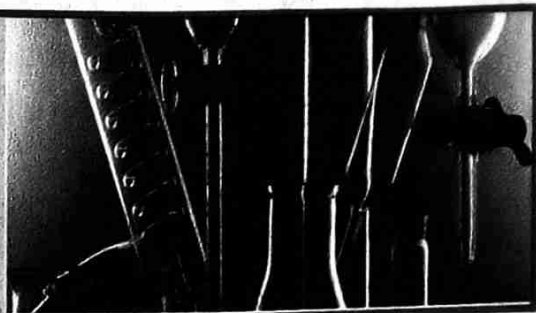
4.1 Com relação a essas estruturas, assinala com X apenas a afirmação correcta.

- a) I e III são cadeias abertas, insaturadas e homogéneas.
- b) I e II são cadeias fechadas, saturadas e heterogéneas.
- c) I e III são cadeias saturadas e homogéneas.
- d) II e III são cadeias insaturadas e heterogéneas.

# Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- identificar o carbono nos compostos orgânicos;
- aplicar as regras de higiene e segurança na realização das experiências.



## Experiência 1

### Identificação do carbono no açúcar

**Material:** um vidro de relógio, um conta-gotas, uma espátula, açúcar e ácido sulfúrico concentrado.

**Procedimento:**

- Num vidro de relógio, coloca uma espátula (ou uma colher de chá) de açúcar.
- Com ajuda de um conta-gotas, adiciona três gotas de ácido sulfúrico concentrado ao açúcar (cuidado, pois o ácido sulfúrico é muito corrosivo).
- Deixa a mistura em repouso durante três minutos.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

## Experiência 2

### Identificação do carbono numa vela

**Material:** uma vela, um fósforo e respectiva caixa, um pires ou uma folha branca.

**Procedimento:**

- Com um fósforo, acende a vela. (Cuidado! O fogo queima.)
- Com cuidado, aproxima o pires ou a folha branca da chama.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

## Experiência 3

### Identificação do carbono em líquidos orgânicos

**Material:** um cadinho ou chávena, um fósforo e respectiva caixa, um copo de Becker ou copo de vidro, etanol ou aguardente, solução de hidróxido de cálcio ou bário.

**Procedimento:**

- Num cadinho, deita um mililitro (1 ml) de etanol.
- Humedece as paredes do copo de Becker com a solução de hidróxido de cálcio ou bário.
- Com cuidado, acende o líquido (etanol) com um fósforo.
- Coloca de imediato o copo de Becker, com a abertura (boca) virada para baixo, sobre a chama.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

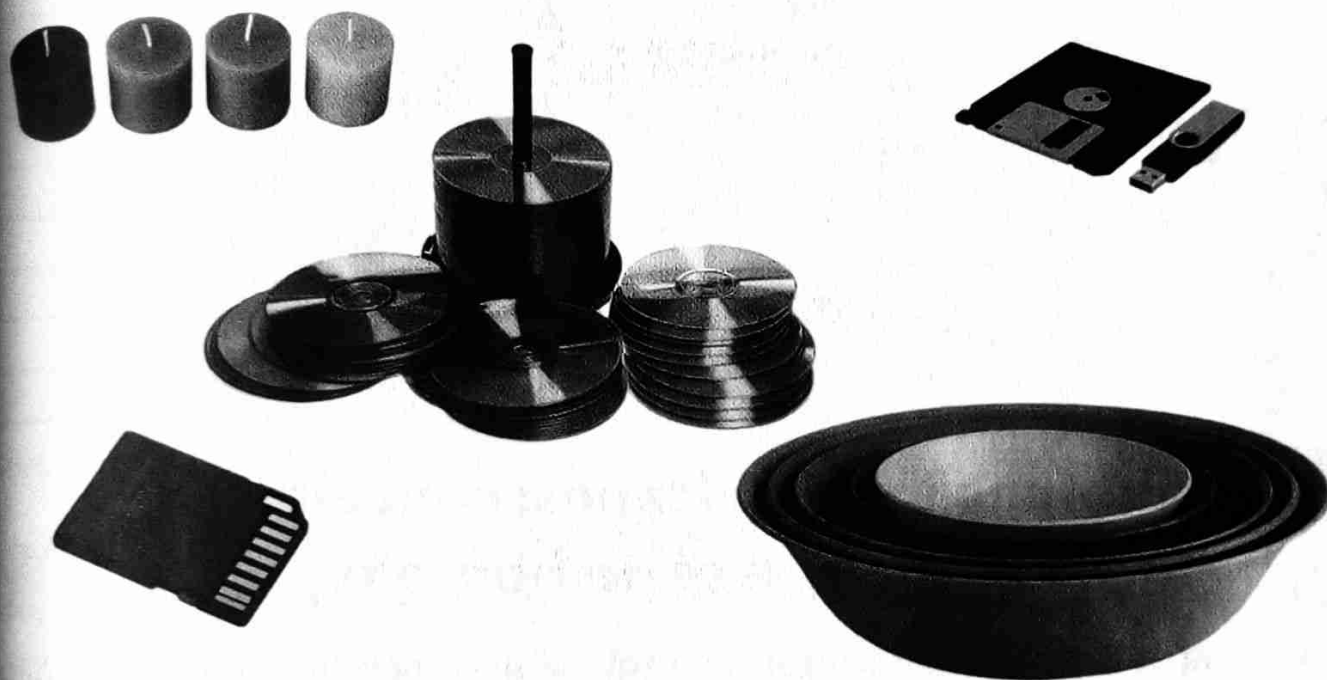
## Vamos refletir...

1. Por que razão o açúcar muda de cor?
2. Por que razão o pires ou a folha branca escurecem em contacto com a chama da vela?
3. Quais são os cuidados que devemos ter ao manipular os ácidos?

## Vamos lembrar...

- A Química Orgânica é o ramo da Química que estuda os compostos de carbono.
- Em 1776, o químico sueco Bergmann estabeleceu, pela primeira vez, a classificação dos compostos em orgânicos e inorgânicos.
- Em 1807, Berzelius formulou a teoria da força vital.
- Em 1828, Wöhler sintetizou, pela primeira vez, um composto orgânico (ureia) a partir de um composto inorgânico (cianato de amónia).
- Os compostos orgânicos são utilizados como combustíveis, medicamentos, hormonas, proteínas, vitaminas, plásticos, explosivos, adubos e insecticidas, entre outros.
- Uma cadeia carbónica é uma sequência de átomos de carbono ligados entre si.
- As cadeias carbónicas classificam-se em: cadeias abertas ou acíclicas e cadeias fechadas ou cíclicas.
- Os tipos de fórmulas químicas são: molecular, estrutural e racional.
- As ligações entre os átomos de carbono podem ser: simples, duplas ou triplas.
- Os tipos de carbono na cadeia carbónica são: primário, secundário, terciário e quaternário.
- As funções orgânicas são grupos de compostos que apresentam uma estrutura química semelhante.

# Hidrocarbonetos



..... Fig. 1 Alguns materiais que se obtêm a partir dos hidrocarbonetos.

Nesta unidade vamos aprender a:

- classificar os hidrocarbonetos;
- representar as fórmulas gerais dos alcanos, alcenos e alcinos;
- aplicar as regras da nomenclatura IUPAC e da nomenclatura usual para nomear os hidrocarbonetos;
- escrever as equações químicas que traduzem as propriedades químicas dos alcanos, alcenos, alcinos e compostos aromáticos;
- representar os diferentes tipos de isomeria;
- enumerar os métodos de obtenção dos alcanos, alcenos, alcinos e compostos aromáticos;
- indicar as fontes naturais dos hidrocarbonetos;
- reconhecer as aplicações dos hidrocarbonetos no quotidiano;
- identificar as formas de obtenção do etano, eteno e etino no laboratório;
- aplicar as regras de higiene e segurança na realização das experiências;
- reconhecer o impacto ambiental das substâncias poluentes.

## 3.1 Hidrocarbonetos e sua classificação

Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos que apresentam, na sua composição, apenas átomos de carbono e hidrogênio.

Estes compostos classificam-se de acordo com a sua cadeia carbônica. Assim, temos:



## 3.2 Subfunção dos alcanos: conceito, fórmula geral e série homóloga

Os alcanos são muito utilizados, no nosso cotidiano, como fontes de energia. São deles exemplos, o gás de cozinha, o querosene, a gasolina e outros. Também são usados no fabrico de velas, ceras e flores artificiais, entre outras substâncias.

A palavra «parafina» deriva do Latim («*parum*» = pouco; «*affinis*» = reactividade). Como tal, o seu significado é «pouco reactivo».

Os alcanos são hidrocarbonetos de cadeia aberta, que apresentam somente ligações simples entre os átomos de carbono.

As fórmulas moleculares dos alcanos são obtidas a partir da fórmula geral:  $C_n H_{2n+2}$ . Nesta, «*n*» é o número de átomos de carbono e hidrogênio. Assim, podemos substituir os valores de «*n*» por números inteiros:

$$\text{Se } n = 1, \text{ teremos: } C_1 H_{2 \cdot 1 + 2} = CH_4;$$

$$\text{Se } n = 2, \text{ teremos: } C_2 H_{2 \cdot 2 + 2} = C_2 H_6;$$

$$\text{Se } n = 3, \text{ teremos: } C_3 H_{2 \cdot 3 + 2} = C_3 H_8.$$

Se continuarmos a substituir o «*n*», teremos uma sequência de compostos na qual a diferença entre aqueles será de um átomo de carbono e dois átomos de hidrogênio ( $-CH_2-$ ), que também denominamos como grupo metileno. A essa sequência de compostos chamamos **série homóloga**.

## 3.1 Hidrocarbonetos e sua classificação

Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos que apresentam, na sua composição, apenas átomos de carbono e hidrogênio.

Estes compostos classificam-se de acordo com a sua cadeia carbônica. Assim, temos:



## 3.2 Subfunção dos alcanos: conceito, fórmula geral e série homóloga

Os alcanos são muito utilizados, no nosso cotidiano, como fontes de energia. São deles exemplos, o gás de cozinha, o querosene, a gasolina e outros. Também são usados no fabrico de velas, ceras e flores artificiais, entre outras substâncias.

A palavra «parafina» deriva do Latim («*parum*» = pouco; «*affinis*» = reactividade). Como tal, o seu significado é «pouco reactivo».

Os alcanos são hidrocarbonetos de cadeia aberta, que apresentam somente ligações simples entre os átomos de carbono.

As fórmulas moleculares dos alcanos são obtidas a partir da fórmula geral:  $C_nH_{2n+2}$ . Nesta, «*n*» é o número de átomos de carbono e hidrogênio. Assim, podemos substituir os valores de «*n*» por números inteiros:

Se  $n = 1$ , teremos:  $C_1H_{2 \cdot 1 + 2} = CH_4$ ;

Se  $n = 2$ , teremos:  $C_2H_{2 \cdot 2 + 2} = C_2H_6$ ;

Se  $n = 3$ , teremos:  $C_3H_{2 \cdot 3 + 2} = C_3H_8$ .

Se continuarmos a substituir o «*n*», teremos uma sequência de compostos na qual a diferença entre aqueles será de um átomo de carbono e dois átomos de hidrogênio ( $-CH_2-$ ), que também denominamos como grupo metileno. A essa sequência de compostos chamamos **série homóloga**.

Uma série homóloga é um conjunto de compostos com propriedades químicas semelhantes, cujas moléculas diferem entre si por um grupo metileno ( $-\text{CH}_2-$ ).

Assim, a partir da fórmula geral dos alcanos, podemos formar a sua série homóloga.

N.º de átomos de carbono	Fórmula molecular	Fórmula racional
1	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$
2	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
3	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
4	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
5	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3$
6	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
7	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
8	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
9	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
10	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

Tabela 1 Série homóloga dos alcanos.

### 3.2.1 Nomenclatura IUPAC dos alcanos

Para nomear os compostos orgânicos, existem dois tipos de nomenclatura: a usual, ou não oficial, e a IUPAC, ou oficial. A IUPAC – *International Union of Pure and Applied Chemistry* (em Português, União Internacional da Química Pura e Aplicada) – estabeleceu regras para a nomenclatura dos compostos orgânicos.

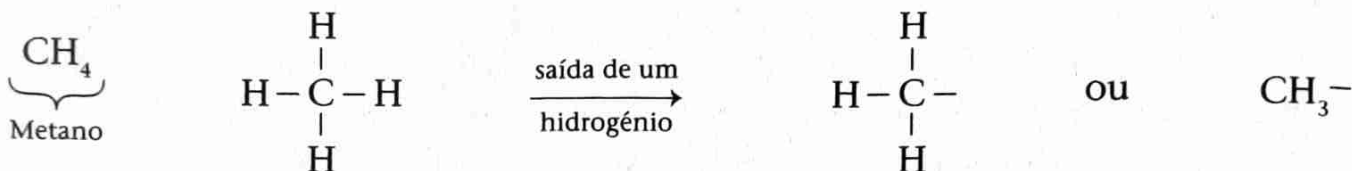
#### Nomenclatura dos alcanos com cadeia normal

O nome IUPAC dos alcanos com cadeia normal é formado acrescentando o sufixo *-ano* ao prefixo que indica o número de átomos de carbono na cadeia: prefixo + sufixo *-ano*. Observa os exemplos na tabela ao lado:

N.º de átomos de carbono	Prefixo	Sufixo	Nome do alcano
1	Met	ano	Metano
2	Et	ano	Étano
3	Prop	ano	Propano
4	But	ano	Butano
5	Pent	ano	Pentano
6	Hex	ano	Hexano
7	Hept	ano	Heptano
8	Oct	ano	Octano
9	Non	ano	Nonano
10	Dec	ano	Decano

Tabela 2 Nomenclatura dos alcanos com cadeia normal.

A saída de um dos átomos de hidrogénio na molécula do alcano origina a formação de um radical. **Exemplo:**



Um radical é um grupo de átomos que possui uma ou mais valências livres.

A nomenclatura dos radicais monovalentes (com uma valência) derivados dos alcanos é feita substituindo-se a terminação (ou sufixo) *-ano* do nome do alcano pela terminação *-il* ou *-ilo*. Observa os exemplos na tabela seguinte:

Nome do alcano	Nome do radical alquilo (R)
Metano: CH <sub>4</sub>	Metilo ou metil: CH <sub>3</sub> -
Etano: C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etilo ou etil: C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> - ou CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -
Propano: C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propilo ou propil: C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> - ou CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -
Butano: C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Butilo ou butil: C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> - ou CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -

Tabela 3 Nomenclatura dos radicais monovalentes.

Para o propano e o butano, a valência livre pode estar no carbono primário (na extremidade) ou no carbono secundário (no centro).

### Saber mais

No nosso organismo existem radicais livres oxigenados que resultam do metabolismo normal das células (respiração celular). A exposição excessiva aos raios solares e aos raios-X, ao fumo de tabaco e a outros poluentes também produz radicais livres no nosso organismo. Estes radicais, quando em quantidade elevada, provocam a corrosão das membranas celulares, chegando a destruí-las. Segundo os cientistas, isto pode originar alguns tipos de cancro, doenças pulmonares, doenças cardíacas, entre outras patologias. Os radicais livres são neutralizados no nosso organismo através de um grupo de vitaminas chamadas antioxidantes.

## Nomenclatura dos alcanos com cadeia ramificada

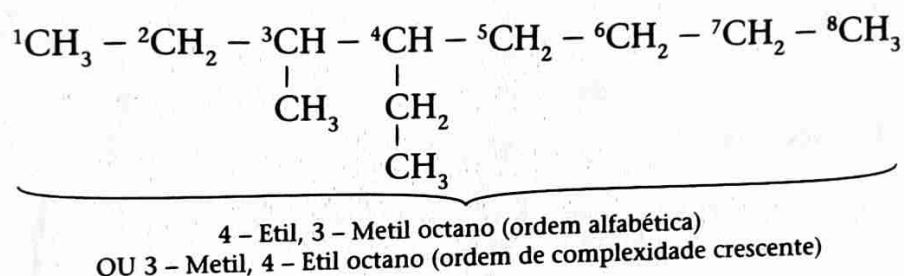
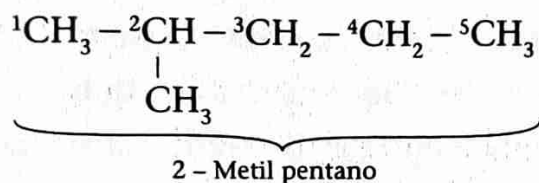
Para a nomenclatura dos alcanos com cadeia ramificada, a IUPAC estabeleceu as seguintes regras:

1. Identificar a cadeia principal, ou seja, a mais longa possível, que contém maior número de carbonos.
2. Numerar os átomos de carbono da cadeia principal, começando da extremidade mais próxima da ramificação.

3. A numeração realizada em 2. deve permitir que os números que aparecem no nome do alcano sejam os menores possíveis.
4. Os nomes dos radicais devem ser colocados obedecendo à ordem alfabética, ou à ordem de complexidade crescente, utilizando-se os prefixos *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc., consoante a quantidade dos radicais.

A ordem alfabética baseia-se nas iniciais dos nomes dos radicais e não nas dos nomes dos prefixos.

### Exemplos:



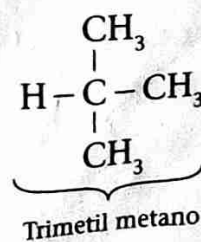
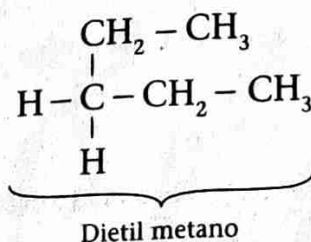
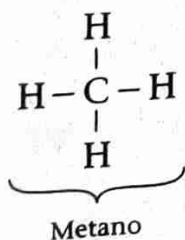
## 3.2.2 Nomenclatura usual dos alcanos

Segundo a nomenclatura usual, ou não oficial, o composto em questão é considerado derivado do metano pela substituição parcial ou total dos seus átomos de hidrogénio por radicais alquilos. Como tal, utilizam-se os nomes dos radicais seguidos da palavra «metano».

Se existirem dois ou mais radicais iguais, devem usar-se os prefixos *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc., para indicar o número de radicais iguais.

Quando os radicais são diferentes, a nomeação obedece à ordem alfabética ou de complexidade crescente.

### Exemplos:



### 3.2.3 Isomeria dos alcanos

O fenómeno de isomeria é comum entre os compostos orgânicos.

A isomeria designa o fenómeno em que dois ou mais compostos apresentam a mesma fórmula molecular, embora possuam estruturas diferentes.

A palavra isomeria provém do Latim e significa «partes iguais» («iso» = igual; «meros» = partes).

Os compostos que apresentam fórmulas moleculares iguais, mas possuem estruturas diferentes, denominam-se isómeros. Estes são representados pelas fórmulas estruturais e racionais, e apresentam propriedades físicas distintas.

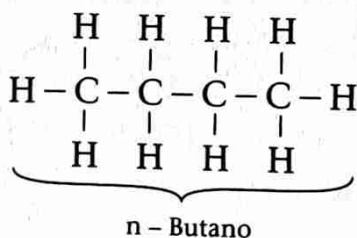
Os alcanos apresentam dois tipos de isomeria: isomeria estrutural e isomeria conformacional. É dentro da isomeria estrutural que ocorre a isomeria de cadeia e a isomeria de posição.

#### Isomeria de cadeia

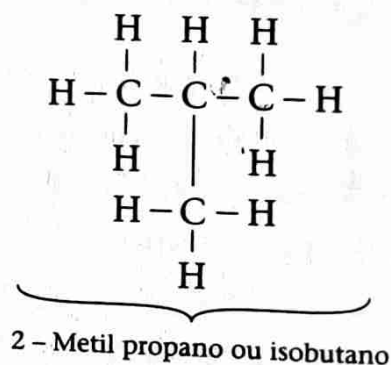
Aquela em que os compostos com a mesma fórmula molecular diferem no tipo de cadeia.

##### Exemplo:

Fórmula molecular (FM):



Isómeros:

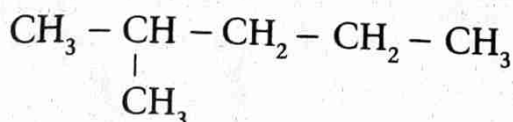


#### Isomeria de posição

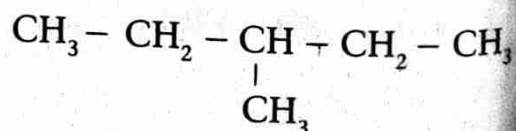
A isomeria de posição é aquela em que os compostos com a mesma fórmula molecular diferem na posição dos radicais na cadeia carbónica.

##### Exemplo:

Fórmula molecular:



Isómeros:





### 3.2.4 Propriedades físicas e químicas dos alcanos

#### Propriedades físicas dos alcanos

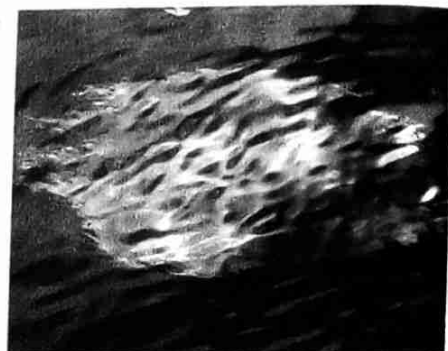
Em condições normais de temperatura e pressão (CNTTP):

- $C_1$  a  $C_4$  são gases inodoros;
- $C_5$  a  $C_{15}$  são líquidos com cheiro característico;
- de  $C_{16}$  em diante são sólidos inodoros.

#### Densidade dos alcanos

Todos os alcanos são menos densos do que a água e apresentam pontos de fusão e ebulição baixos. A densidade e os pontos de fusão e ebulição aumentam à medida que aumenta a massa molecular.

Os alcanos são apolares e, como tal, insolúveis em água e bem solúveis em solventes orgânicos, de que são exemplos o benzeno, o álcool, o éter, o tetracloreto de carbono, etc. Observa a tabela que se segue:



..... Fig. 2 Mancha de gasolina num rio.

N.º de átomos de carbono	Nome do alcano	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fusão (°C)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
1	Metano	-161	-182	0,42
2	Etano	-89	-183	0,54
3	Propano	-45	-190	0,58
4	Butano	0,6	-135	0,57
5	Pentano	36	-130	0,62
6	Hexano	69	-95	0,65
7	Heptano	98	-90	0,68
8	Octano	126	-57	0,70
9	Nonano	150	-54	0,72
10	Decano	174	-30	0,73

Tabela 4 Algumas propriedades físicas dos alcanos.

#### Propriedades químicas dos alcanos

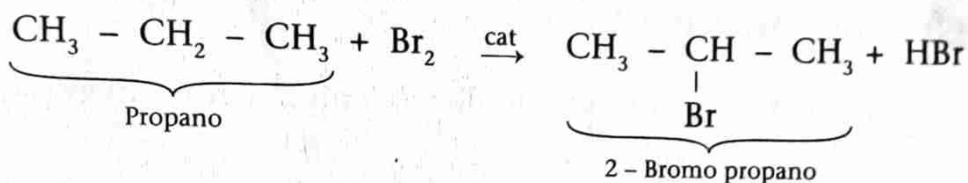
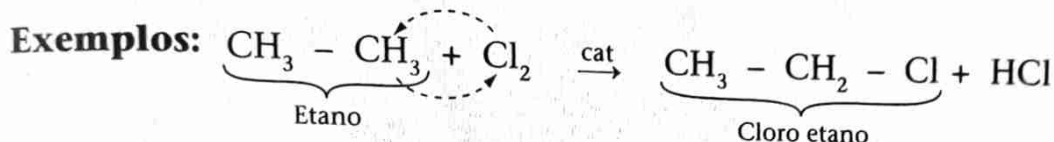
Regra geral, em condições normais, os alcanos são pouco reactivos. Contudo, quando aquecidos e na presença de catalisadores, sofrem reacções de substituição e combustão.

Este tipo de reacção consiste em substituir um ou mais átomos de hidrogénio na molécula do alcano por radicais diferentes. Assim, teremos: halogenação, nitração e sulfonação.

## Halogenação

Quando o átomo de hidrogénio na molécula do alcano é substituído por halogéneo (F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> e I<sub>2</sub>).

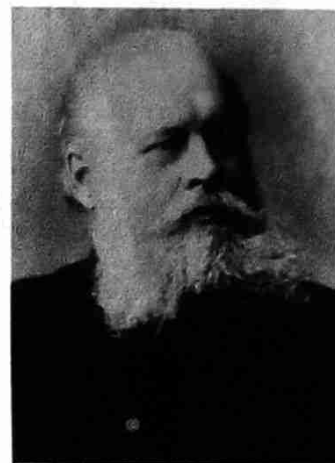
Equação geral:  $R - H + X_2 \xrightarrow{\text{cat}} R - X + HX$ , onde X é o halogéneo.



A substituição dos átomos de hidrogénio na molécula dos alcanos obedece à regra de Markovnikov. O químico russo a quem deve o nome, Vladimir **Markovnikov** (1838-1904), aluno de Butlerov, estabeleceu o seguinte:

«Em reacções de substituição, será substituído o hidrogénio ligado ao carbono menos hidrogenado.»

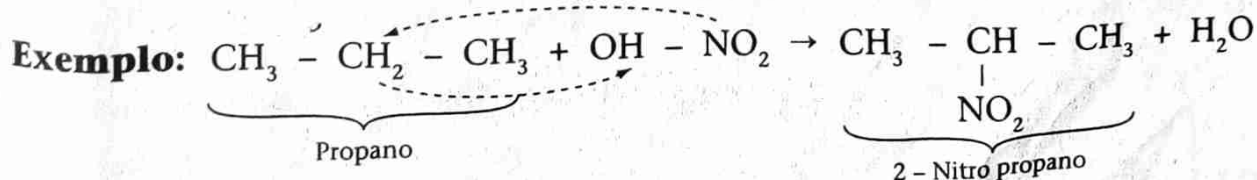
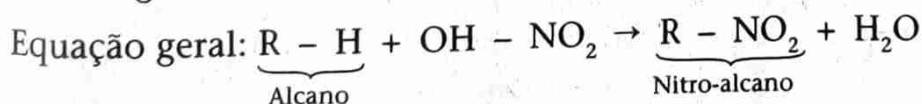
A substituição dos átomos de hidrogénio no alcano por átomos de cloro denomina-se cloração. Se a substituição for realizada com bromo, chamar-se-á bromação, com o iodo, iodação, e com o flúor, fluoração.



..... Fig. 3 Vladimir Markovnikov.

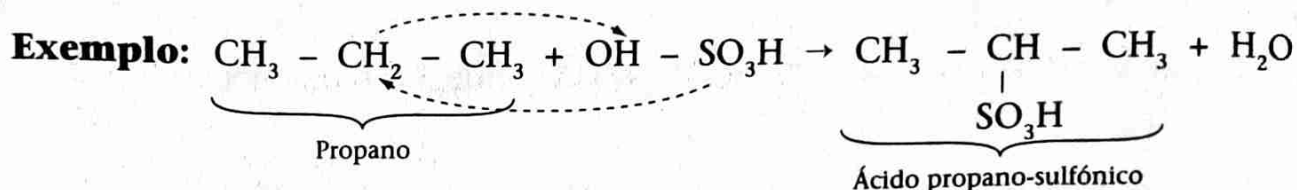
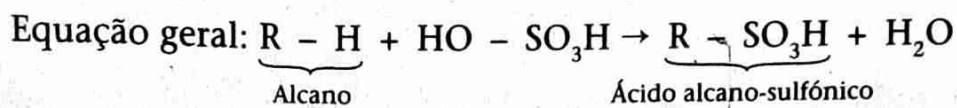
## Nitração

Ocorre quando o átomo de hidrogénio na molécula do alcano é substituído por grupo nitro do ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>). A fórmula do ácido nítrico pode ser representada da seguinte forma: OH - NO<sub>2</sub>.



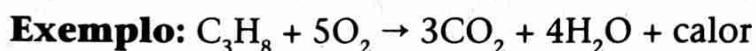
## Sulfonação

Tem lugar quando o átomo de hidrogénio na molécula do alcano é substituído por grupo sulfónico gerado a partir do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Este ácido pode ser representado da seguinte forma:  $\text{OH} - \text{SO}_3\text{H}$ , para facilitar o processo de substituição.

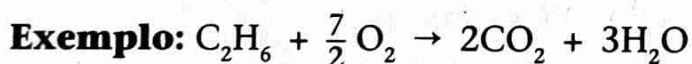
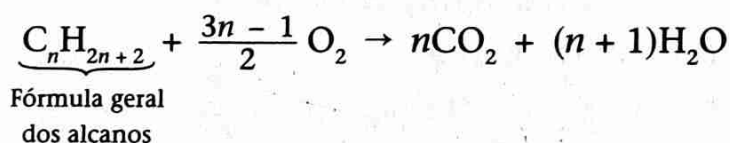


## Reacção de combustão

Os alcanos ardem no ar ou no seio de oxigénio, libertando grandes quantidades de calor.



Para acertar a quantidade de átomos de oxigénio nas equações das reacções de combustão dos alcanos, usa-se a seguinte equação geral:



Os produtos da reacção de combustão completa são o dióxido de carbono e a água. Quando a quantidade de oxigénio (ar) não é suficiente, ocorre uma combustão incompleta, tendo como produtos o carbono (fuligem), o monóxido de carbono e o vapor de água.

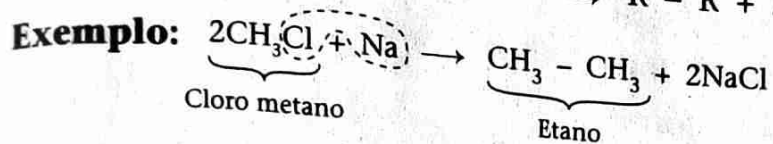
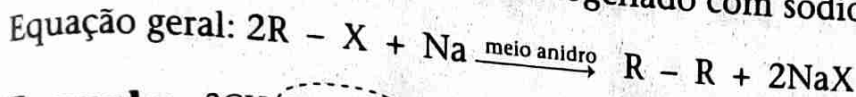
Por exemplo, nos motores dos automóveis, ocorre uma combustão incompleta da gasolina (mistura de alcanos), formando fuligem, monóxido de carbono e vapor de água.

### 3.2.5 Métodos de obtenção dos alcanos

As principais fontes naturais dos alcanos são o petróleo, o gás natural e o carvão mineral (hulha e antracite). Artificialmente, podem ser obtidos através da síntese de Wurtz, do método de Dumas e do método de Sabatier-Senderens.

## Síntese de Wurtz (combinação da cadeia carbónica)

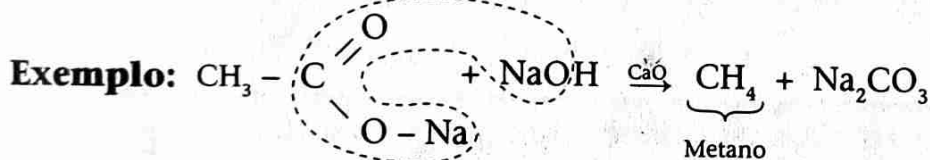
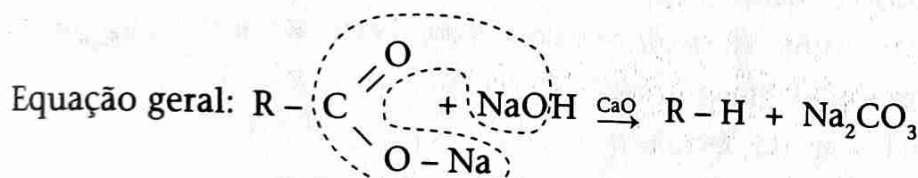
Reacção do derivado do alcano halogenado com sódio metálico.



Atenção: meio anidro significa que a reacção deve ocorrer na ausência de água. Este método é mais indicado para obter os alcanos com números pares de átomos de carbono.

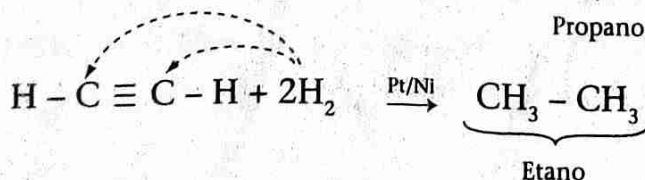
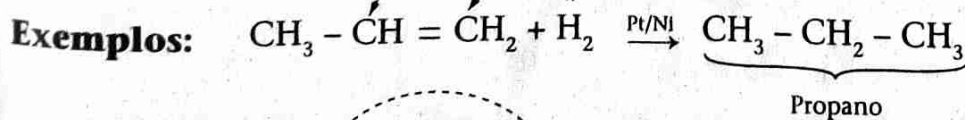
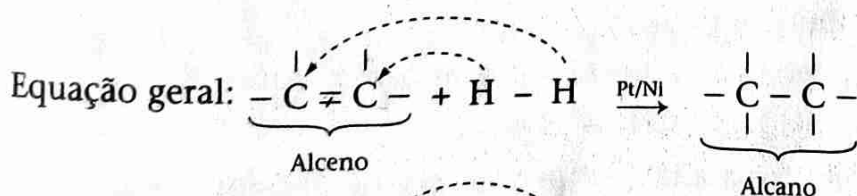
## Método de Dumas (diminuição da cadeia carbónica)

Este método consiste no aquecimento, a seco, de sais de sódio de ácido carboxílico (ácido orgânico) com cal sodada. Esta consiste numa mistura de hidróxido de sódio e cal viva (CaO).



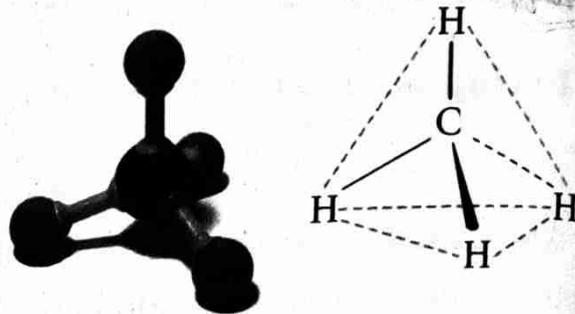
## Método de Sabatier-Senderens ou hidrogenação catalítica de alcenos e alcinos (mantém a cadeia carbónica)

Adição de hidrogénio aos alcenos ou alcinos na presença de catalisadores (Ni, Pt e Pd), envolvendo quebra da ligação.



### 3.3 Metano: ocorrência, obtenção, propriedades e aplicações

O metano é o representante da série homóloga dos alcanos, com a seguinte fórmula molecular:  $\text{CH}_4$ . Este composto forma uma estrutura tetraédrica, encontrando-se o carbono no centro e os hidrogénios nos vértices do tetraedro regular, tal como mostram as figuras à direita.



..... Fig. 4 Estrutura tetraédrica do metano e respectivo modelo corpuscular.

#### 3.3.1 Ocorrência do metano na Natureza

O metano forma-se naturalmente durante a decomposição de restos vegetais sem presença de ar e encontra-se em diversos locais e substâncias:

- em pântanos e águas estagnadas (é, por isso, conhecido como gás dos pântanos);
- nas minas de carvão, onde, em conjunto com o ar, forma uma mistura muito explosiva, denominada gás das minas;
- nos reservatórios naturais de petróleo;
- no gás natural, sendo um dos seus principais componentes.

#### Saber mais

A mistura do metano e do oxigénio (também conhecida como gás detonante) é muito explosiva, particularmente na proporção de um para dois (1:2). A explosão também pode ocorrer com outras proporções. Assim, para garantir a segurança das pessoas que trabalham nas minas de carvão, são instalados aparelhos especiais que detectam a presença do gás metano.

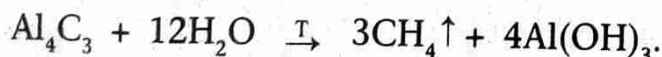
#### 3.3.2 Métodos de obtenção do metano

Na indústria, o metano é obtido a partir:

- do gás natural e do petróleo bruto, que são as suas fontes naturais;
- do gás de síntese:  $\text{CO} + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{cat}} \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- da síntese dos seus elementos a altas temperaturas e na presença de catalisadores:  $\text{C}_{(s)} + 2\text{H}_{2(g)} \xrightarrow{\text{cat/T}} \text{CH}_4$ ;  $Q = -75 \text{ kJ}$ .

No laboratório, obtém-se o metano:

- fazendo reagir o carboneto de alumínio e água a alta temperatura:





Os derivados halogenados do metano têm muitas aplicações. Por exemplo, o triclorometano, mais conhecido como clorofórmio, é usado na medicina como anestésico nas intervenções cirúrgicas.

O tetraclorometano, também denominado tetracloreto de carbono, é usado em laboratórios e na indústria como solvente.

### 3.3.4 Aplicações do metano

O metano tem uma grande utilização enquanto combustível industrial e doméstico. É também usado como matéria-prima na produção industrial de diversos compostos químicos, entre os quais se destaca o hidrogénio.

Por combustão incompleta deste gás, obtém-se o negro-de-fumo (pó de sapato), usado no fabrico de tintas pretas, graxas para sapatos, pneus e borracha.

## 3.4 Clorofluorcarbonetos (CFCs) e seus efeitos no meio ambiente

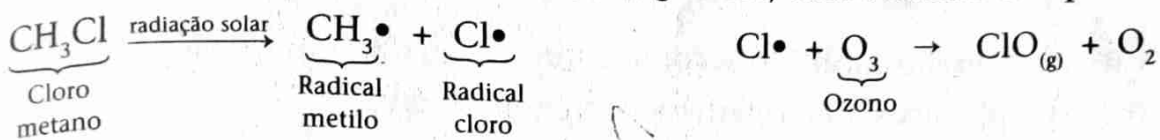
A camada de ozono encontra-se na estratosfera (aproximadamente a partir dos 28 quilómetros de altitude) e tem como função proteger a superfície terrestre da radiação ultravioleta emitida pelos raios solares, absorvendo-a e reduzindo-a. Os raios ultravioleta (UV) podem, entre outros malefícios, destruir o ADN (ácido desoxirribonucleico), responsável pela herança genética dos seres vivos, e provocar cancro da pele ou infecções dermatológicas graves.

Esta camada tem sido sucessivamente destruída pela acção do Homem, devido à libertação de substâncias poluentes, entre as quais os CFCs (clorofluorcarbonetos).

Os CFCs, também chamados fréons, são substâncias gasosas cuja estrutura contém átomos de carbono, flúor e cloro, que, mesmo sendo de propagação lenta, atingem a estratosfera. Substâncias como o triclorofluorcarboneto ( $\text{CFCl}_3$ ), o diclorodifluormetano ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) ou o clorometano ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) são usadas na produção de aparelhos frigoríficos, aparelhos de ar condicionado, *sprays* (insecticidas, pesticidas, desodorizantes), entre outros.

O processo da destruição da camada de ozono pelos CFCs ocorre quando os átomos de cloro reagem com as moléculas de ozono, quebrando a ligação entre os átomos de oxigénio e levando à formação de moléculas de monóxido de cloro (ClO) e oxigénio ( $\text{O}_2$ ). O monóxido de cloro, um composto instável, reage com os átomos de oxigénio resultantes da decomposição das moléculas de ozono por acção da radiação solar (um processo normal, que em circunstâncias normais ocorre em quantidade reduzida). Desta reacção resulta mais uma molécula de oxigénio, ficando

o cloro livre para uma nova reacção de degradação de moléculas de ozono. A atmosfera perde, assim, estas moléculas, que filtram as radiações prejudiciais do Sol. Podemos ver, nas equações químicas seguintes, como ocorre este processo:



Este processo é um exemplo de como é complexa a relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Em 1987, os maiores produtores mundiais de CFCs assinaram, no Canadá, o Protocolo de Montreal, que visava a substituição das substâncias prejudiciais à camada de ozono por outras que não o fossem. Tu também podes ajudar a preservar o ambiente, evitando usar produtos que contenham CFCs.

## Actividades

1. Assinala, com X, as respostas correctas.

O metano, também conhecido como gás dos pântanos, pode ser:

- a) obtido a partir da decomposição dos hidrocarbonetos insaturados.
- b) extraído das reservas subterrâneas do gás natural e petróleo bruto.
- c) extraído das águas dos rios e do mar.
- d) obtido através da fermentação de restos de alimentos nos aterros sanitários.

2. Explica a importância da camada de ozono para os seres vivos.

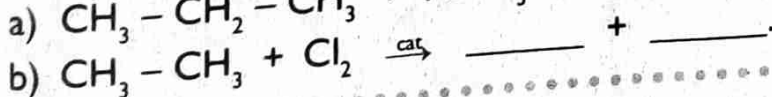
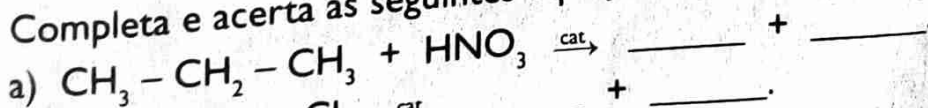
3. Das afirmações que se seguem, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.

- a) Na combustão completa dos alcanos, libertam-se  $\text{CO}_2$ , C e  $\text{H}_2\text{O}$ .
- b) Os CFCs são substâncias que contêm átomos de carbono, flúor e cloro na sua estrutura e que são prejudiciais ao ambiente.
- c) O metano é um líquido incolor, inodoro, pouco solúvel em água e bem solúvel em solventes orgânicos.
- d) O tipo de reacção característica dos alcanos é a reacção de substituição.

4. Usando o material localmente disponível, constrói os modelos para as moléculas do metano ( $\text{CH}_4$ ) e do etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ).

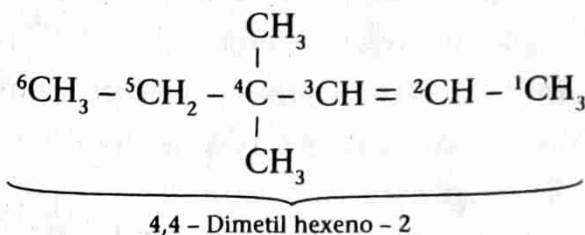
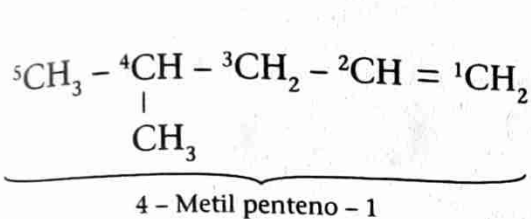
5. Explica, através de equações químicas, de que forma os CFCs destroem a camada de ozono.

6. Completa e acerta as seguintes equações químicas.

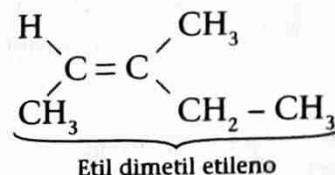
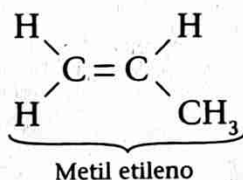
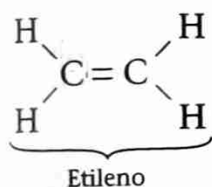




- é necessário indicar a posição da ligação dupla na cadeia carbônica no fim do nome do composto.

**Exemplos:****3.5.2 Nomenclatura usual dos alcenos**

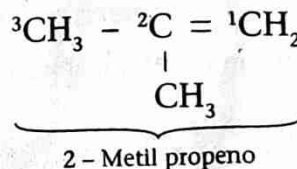
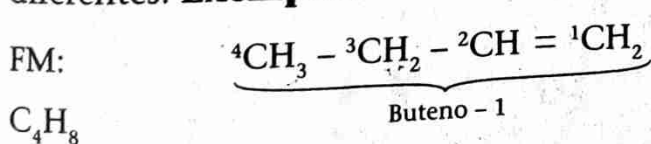
O composto em causa é considerado derivado do eteno, também chamado etileno, dada a substituição parcial ou total dos seus átomos de hidrogénio por radicais alquilos. Assim sendo, escreve-se os nomes dos radicais seguidos pela palavra «etileno», seguindo-se as mesmas regras que para a nomenclatura usual dos alcanos.

**Exemplos:****3.5.3 Isomeria dos alcenos**

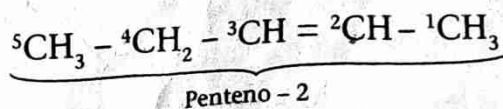
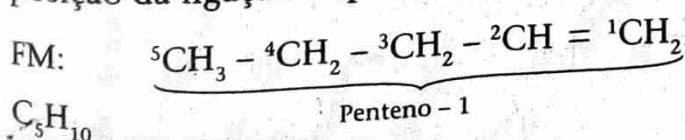
Os alcenos apresentam três tipos de isomeria: de cadeia, de posição e geométrica (*cis-trans*).

**Isomeria de cadeia**

Os compostos isómeros apresentam a mesma fórmula molecular mas com cadeias diferentes. **Exemplo:**

**Isomeria de posição da dupla ligação**

Os compostos isómeros apresentam a mesma fórmula molecular mas diferem na posição da ligação dupla. **Exemplo:**

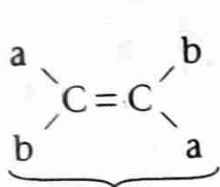


## Isomeria geométrica (*cis-trans*)

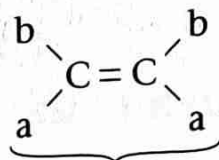
Os compostos isómeros apresentam um átomo, ou um grupo de átomos, com posições espaciais diferentes.

Esta isomeria ocorre quando os átomos de carbono envolvidos na ligação dupla estão ligados a dois substituintes diferentes.

### Exemplos:

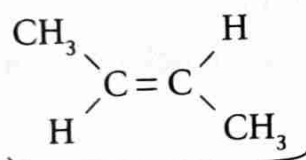


Isómero *trans* porque os radicais iguais (a) estão em planos ou lados opostos em relação à dupla ligação.

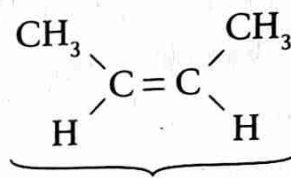


Isómero *cis* porque os radicais iguais (b) estão no mesmo plano em relação à dupla ligação.

FM:



Trans-buteno - 2



Cis-buteno - 2

### Actividades

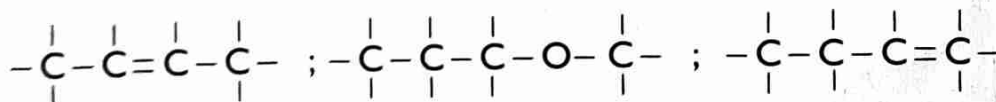
1. Qual é a diferença entre os alcanos e os alcenos?

2. Considera as substâncias com as seguintes estruturas:

(I)

(II)

(III)



2.1 Sobre estas substâncias, assinala com X apenas a alternativa correcta:

a) I e II são isómeros de cadeia.

b) II e III são isómeros geométricos.

c) I e III são isómeros de posição.

d) Nenhuma das alternativas anteriores está correcta.

3. Dadas as seguintes afirmações, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.

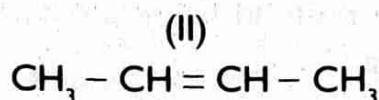
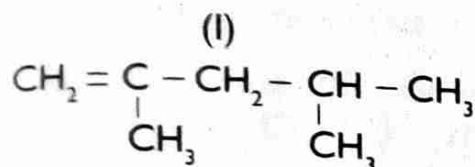
a) Os alcenos são hidrocarbonetos insaturados, cíclicos, que têm ligação dupla.

b) Os isómeros geométricos apresentam sempre um átomo, ou um grupo de átomos, com posições espaciais diferentes.

c) Os alcenos são hidrocarbonetos insaturados, acíclicos que apresentam uma ligação dupla.

d) As regras da nomenclatura IUPAC dos alcenos são iguais às dos alcanos, diferindo apenas na terminação.

4. Considera as seguintes estruturas:



4.1 Nomeia o composto (I) de acordo com a IUPAC.

4.2 Nomeia o composto (II) segundo a nomenclatura usual.

4.3 Representa as fórmulas moleculares dos compostos (I) e (II).

### 3.5.4 Métodos de obtenção dos alcenos

Os alcenos obtêm-se, principalmente, através de reacções de eliminação, mas também podem ser obtidos através de reacções de adição (hidrogenação catalítica dos alcinos).

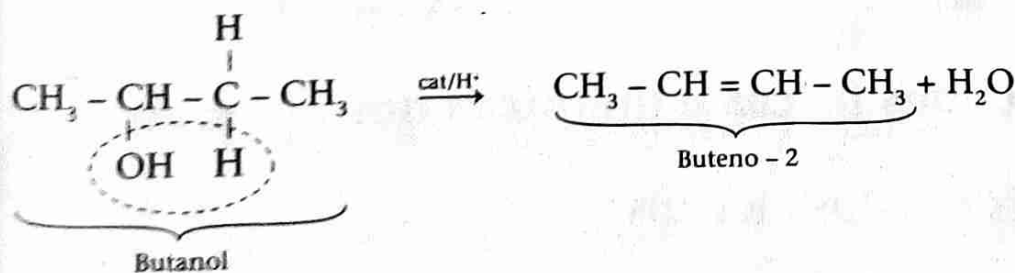
#### Reacções de eliminação

Uma reacção de eliminação é um tipo de reacção orgânica que consiste na retirada de átomos, ou grupos de átomos, a um composto, originando ligações duplas ou triplas.

#### Desidratação dos álcoois (eliminação da água)

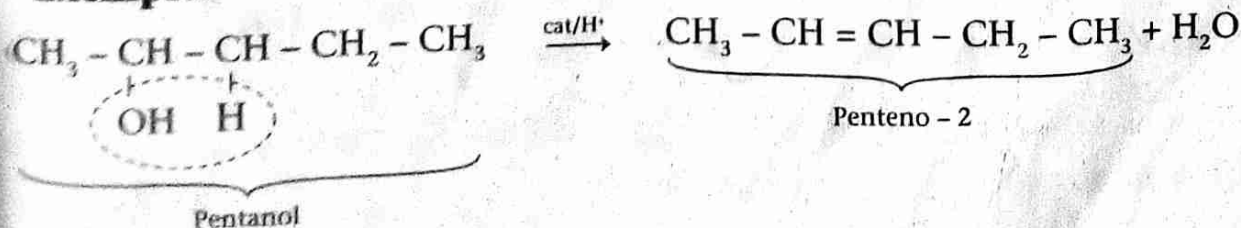
A reacção ocorre na presença de catalisadores, como  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (meio ácido  $\text{H}^+$ ).

**Exemplo:**



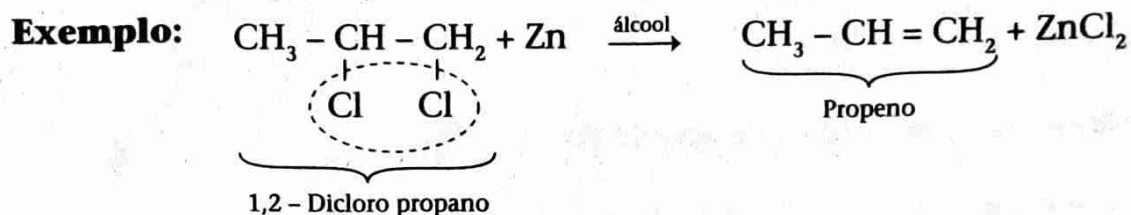
Na eliminação do hidrogénio vizinho do grupo hidroxilo (OH), deve obedecer-se à regra de Saytzeff (1875), segundo a qual: «Na eliminação da água num álcool será, preferencialmente, eliminado o hidrogénio do carbono vizinho ao grupo OH e que esteja menos hydrogenado.»

**Exemplo:**

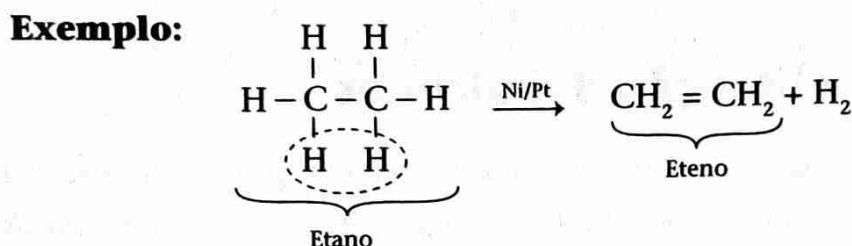


### Desalogenação dos haloalcanos (eliminação de átomos de halogéneos)

Esta reacção ocorre utilizando o zinco (Zn) e na presença de álcool (ou seja, em meio alcoólico).

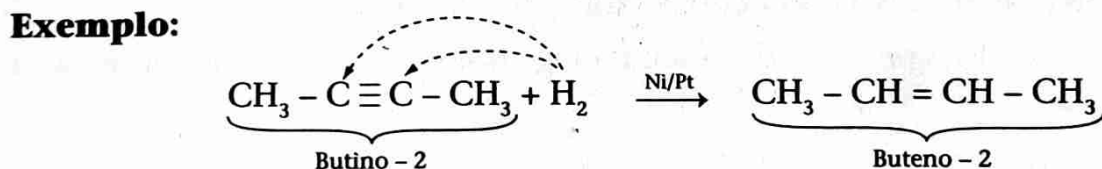


### Desidrogenação catalítica dos alcanos (eliminação de átomos de hidrogénio)



### Reacção de adição

Uma reacção de adição é um tipo de reacção orgânica que consiste na adição de átomos, ou de grupos de átomos, aos carbonos da dupla ou tripla ligação, originada a partir da quebra das ligações.



## 3.5.5 Propriedades físicas e químicas dos alcenos

### Propriedades físicas dos alcenos

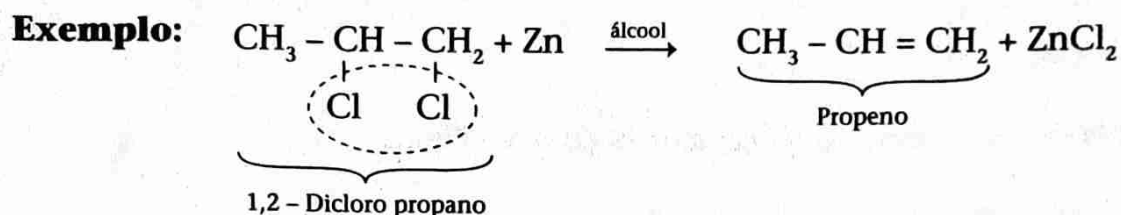
Os alcenos apresentam propriedades físicas semelhantes às dos alcanos. Em CNTP, de C<sub>2</sub> a C<sub>4</sub> são gases; de C<sub>5</sub> a C<sub>15</sub> são líquidos; e de C<sub>16</sub> em diante são sólidos. Apresentam baixos pontos de fusão e ebulição, que aumentam com a evolução da cadeia carbónica; são insolúveis em água (solvente polar) e solúveis em solventes orgânicos (solvente apolar).

### Propriedades químicas dos alcenos

A reacção característica dos alcenos é a de **adição**. Contudo, também sofrem reacção de combustão, dado serem inflamáveis.

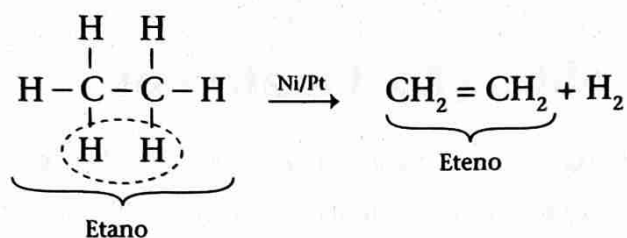
### Desalogenação dos haloalcanos (eliminação de átomos de halogéneos)

Esta reacção ocorre utilizando o zinco (Zn) e na presença de álcool (ou seja, em meio alcoólico).



### Desidrogenação catalítica dos alcanos (eliminação de átomos de hidrogénio)

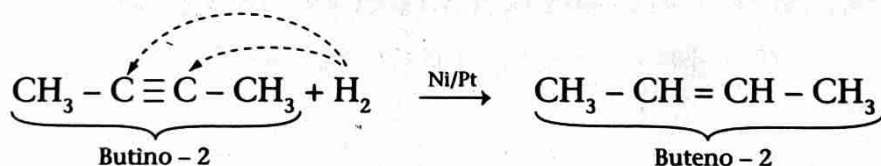
**Exemplo:**



### Reacção de adição

Uma reacção de adição é um tipo de reacção orgânica que consiste na adição de átomos, ou de grupos de átomos, aos carbonos da dupla ou tripla ligação, originada a partir da quebra das ligações.

**Exemplo:**



## 3.5.5 Propriedades físicas e químicas dos alcenos

### Propriedades físicas dos alcenos

Os alcenos apresentam propriedades físicas semelhantes às dos alcanos. Em CNTP, de C<sub>2</sub> a C<sub>4</sub> são gases; de C<sub>5</sub> a C<sub>15</sub> são líquidos; e de C<sub>16</sub> em diante são sólidos. Apresentam baixos pontos de fusão e ebulição, que aumentam com a evolução da cadeia carbónica; são insolúveis em água (solvente polar) e solúveis em solventes orgânicos (solvente apolar).

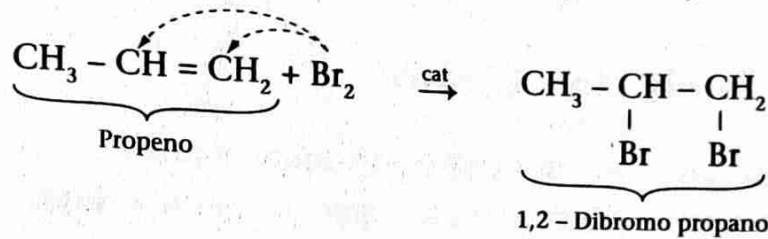
### Propriedades químicas dos alcenos

A reacção característica dos alcenos é a de **adição**. Contudo, também sofrem reacção de combustão, dado serem inflamáveis.

## Reacção de adição

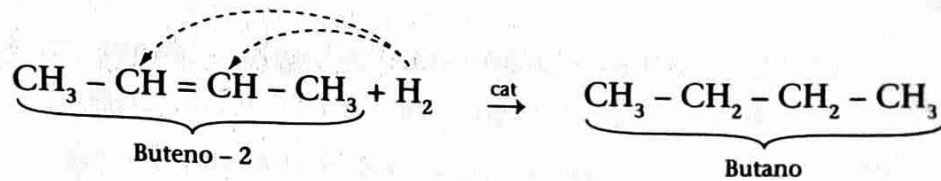
### Halogenação (adição de átomos de halogéneos)

Exemplo:



### Hidrogenação (adição de átomos de hidrogénio)

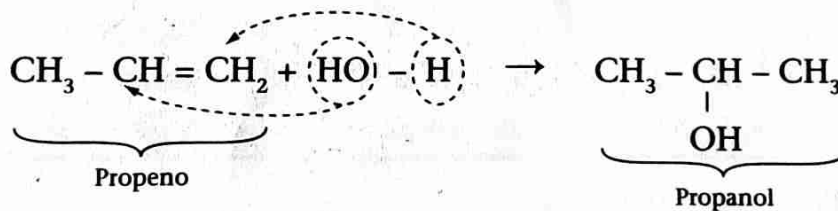
Exemplo:



### Hidratação (adição de água)

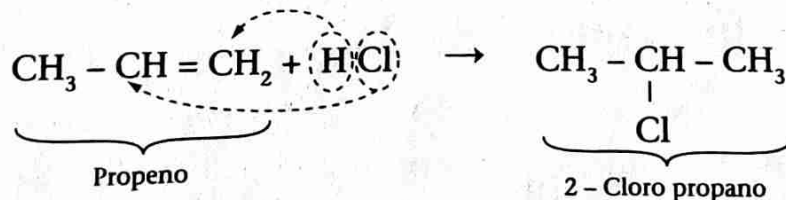
Na adição do grupo OH, ou de outros radicais ácidos, aos dois carbonos da dupla ligação, deve obedecer-se à regra de Markovnikov, segundo a qual: «Em reacções de adição, o radical do ácido, ou outro composto, liga-se ao carbono menos hidrogenado da dupla ligação e o hidrogénio ao carbono mais hidrogenado.»

Exemplo:



### Adição de haletos de hidrogénio (HCl, HBr e HI)

Exemplo:

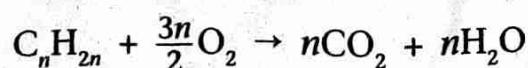


## Reacção de combustão

Os alcenos ardem na presença do oxigénio, formando  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , de acordo com as seguintes equações químicas:



Equação geral:



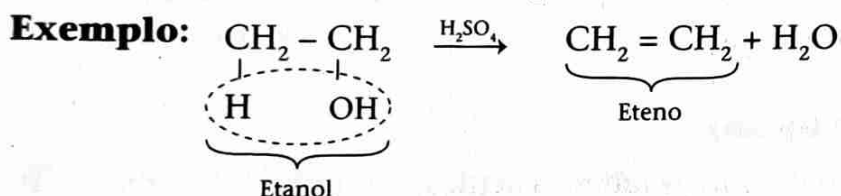
## 3.6 Eteno ou etileno: ocorrência, obtenção, propriedades e aplicações

### 3.6.1 Ocorrência do etileno

Ao contrário dos alcanos, os alcenos são muito raros na Natureza. O etileno encontra-se em pequenas quantidades nos gases do petróleo bruto e no gás natural.

### 3.6.2 Métodos de obtenção do etileno

O etileno obtém-se por produção industrial, principalmente através da desidratação do etanol (álcool etílico) na presença do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).



#### Saber mais

O etileno produzido naturalmente pelo metabolismo das plantas tem a função de controlar o processo de amadurecimento dos frutos, a germinação das sementes e o desabrochar das flores. Por essa razão, não se deve deixar um vaso de flores perto de um recipiente com fruta, pois o etileno libertado por esta poderá acelerar a queda das pétalas das flores.

### 3.6.3 Propriedades físicas e químicas do etileno

#### Propriedades físicas do etileno

O etileno é um gás incolor, menos denso do que o ar, insolúvel em água e bem solúvel em solventes orgânicos. Apresenta o ponto de fusão igual a  $-169,5\text{ }^\circ\text{C}$  e o ponto de ebulição igual a  $-102,5\text{ }^\circ\text{C}$ , sendo inflamável.

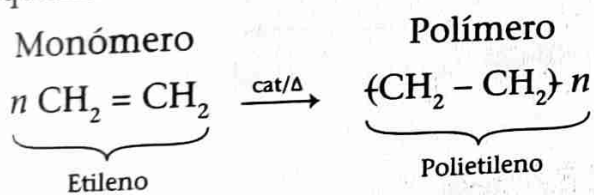
#### Propriedades químicas do etileno

As reacções características do etileno são as mesmas dos alcenos em geral. Contudo, o etileno destaca-se pela sua participação na reacção de polimerização. Atenta que «poli» significa «muitos» e «meros» significa «unidades».

A polimerização é uma reacção de adição, na qual monómeros (moléculas pequenas) reagem entre si, formando polímeros (moléculas grandes). Os polímeros são, assim, compostos macromoleculares, cujas unidades constituintes são monómeros.

Alguns exemplos de polímeros naturais são as proteínas, os amidos, os hidratos de carbono, a celulose e outros. A indústria produz muitos polímeros artificiais, como os plásticos, a borracha sintética, etc. Estas substâncias possuem muitas aplicações no quotidiano, como, por exemplo, na produção de roupas, de utensílios domésticos, no fabrico de mobílias, de tubos de canalização de água, entre outras.

O polietileno é um polímero artificial originado pela ligação entre os monómeros do eteno, como demonstra a seguinte equação química:



O polietileno é um plástico transparente e resistente, muito usado no nosso dia-a-dia: em sacos de plástico, garrafas plásticas, baldes, bacias, brinquedos plásticos, etc. Apesar da designação terminar em *-eno*, as ligações entre os carbonos são simples.



..... Fig. 6 Alguns objectos produzidos a partir do polietileno.

### Saber mais

O uso do plástico causa um grave problema, com um impacto social elevado. Dado que a sua degradação é muito lenta (alguns subprodutos do plástico levam mais de 500 anos a decompor-se), gera-se uma grande acumulação de lixo e desperdícios. Além disso, quando queimados, estes produtos libertam gases tóxicos, que poluem o ambiente. Actualmente, já são produzidos plásticos biodegradáveis, procurando resolver este problema. Verifica-se, também, uma preocupação crescente com a redução do uso de plásticos ou, quando possível, a sua reutilização, como, por exemplo, transformando-os em sacos para colocar o lixo. De igual forma, a grande maioria das embalagens de produtos de limpeza pode ser reciclada. E afinal, o que é reciclar? Reciclar consiste em aproveitar os resíduos (lixo) e reutilizá-los no ciclo de produção que os originou.

### 3.6.4 Aplicações do etileno

O etileno é um dos compostos orgânicos mais usados na indústria, enquanto matéria-prima para o fabrico de substâncias tão díspares quanto: etanol (álcool comum), anestésicos, anticongelantes, plásticos, tubos de canalização, etc. É também usado para acelerar o amadurecimento dos frutos colhidos ainda verdes para fins de exportação.

#### Actividades

1. Em colaboração com os teus colegas, debate e reflecte sobre as questões seguintes.
  - 1.1 Como resolver o problema da acumulação de lixo, nomeadamente de plásticos, nas zonas urbanas?
  - 1.2 Dos materiais que usas diariamente em tua casa, lista todos os que são feitos de plásticos.
  - 1.3 Quais são os problemas que a crescente acumulação de plásticos traz à tua cidade ou comunidade?
2. Completa e acerta as seguintes equações químicas.
  - a)  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{cat.}} \text{_____}$
  - b)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{HBr} \xrightarrow{\text{cat.}} \text{_____}$
  - c)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{_____}$
  - d)  $n\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \xrightarrow{\text{polim.}} \text{_____}$
3. Das afirmações que se seguem, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.
  - a) O etileno é um hidrocarboneto insaturado, que apresenta ligação tripla na cadeia carbónica.
  - b) Os polímeros são compostos moleculares constituídos por unidades de monómeros.
  - c) Os plásticos obstruem as redes de águas dos esgotos.
  - d) A maioria dos plásticos lançados no ambiente pode permanecer durante muitos séculos sem sofrer quaisquer alterações.
4. Nomeia os seguintes compostos segundo a IUPAC:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
  - b)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$
5. O que é a reciclagem e quais são os materiais reciclados em Moçambique?

### 3.7 Subfunção dos alcinos: conceito, fórmula geral e série homóloga

Os alcinos são também denominados alquinos. Estes são muito utilizados enquanto matéria-prima para o fabrico de outros produtos.

Os alcinos são hidrocarbonetos insaturados de cadeia aberta, que possuem uma ligação tripla na cadeia carbónica.

A fórmula geral dos alcinos é:  $C_nH_{2n-2}$ , sendo  $n \geq 2$ .

A partir desta fórmula geral, pode formar-se a série homóloga dos alcinos, como mostra a tabela que se segue.

N.º de átomos de carbono	Fórmula molecular	Fórmula racional
2	$C_2H_2$	$H-C \equiv C-H$
3	$C_3H_4$	$CH_3-C \equiv C-H$
4	$C_4H_6$	$CH_3-CH_2-C \equiv C-H$
5	$C_5H_8$	$CH_3-CH_2-CH_2-C \equiv C-H$

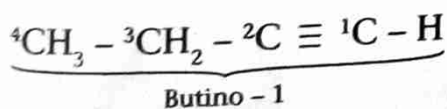
Tabela 6 Formação da série homóloga dos alcinos.

#### 3.7.1 Nomenclatura IUPAC dos alcinos

##### Nomenclatura dos alcinos com cadeia normal

Para nomear os alcinos com cadeia normal, seguem-se as mesmas regras da nomenclatura dos alcenos, substituindo a terminação *-eno* por *-ino*: prefixo + terminação *-ino*.

##### Exemplos:

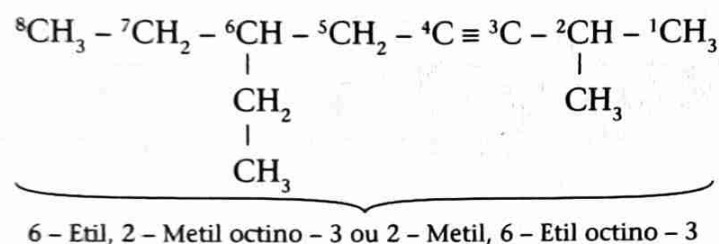
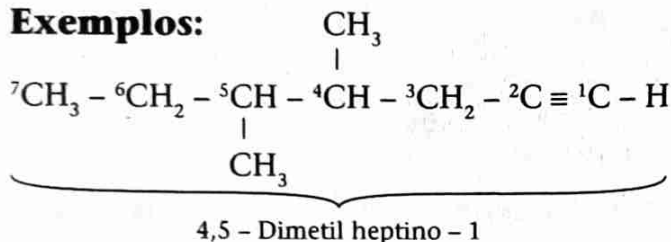


## Nomenclatura dos alcinos com cadeia ramificada

Semelhante à nomenclatura dos alcenos, mas:

1. A cadeia principal é a mais longa, que possui a ligação tripla;
2. Na numeração da cadeia principal, deve começar-se da extremidade mais próxima da ligação tripla.

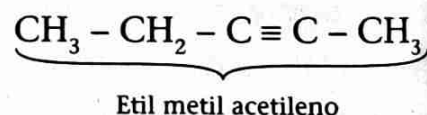
**Exemplos:**



### 3.7.2 Nomenclatura usual dos alcinos

O composto em questão é considerado derivado do etino, também chamado acetileno, pela substituição parcial ou total dos átomos de hidrogénio por radicais alquilo. Assim, escreve-se o nome dos radicais seguido da palavra «acetileno».

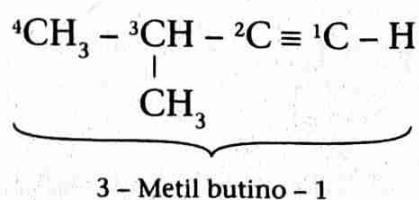
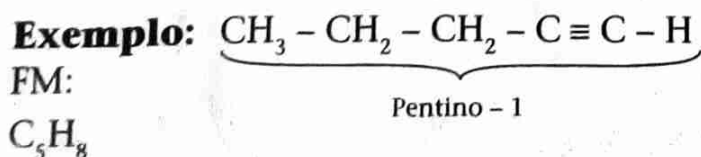
**Exemplos:**



### 3.7.3 Isomeria dos alcinos

Os alcinos apresentam dois tipos de isomeria: isomeria de cadeia e isomeria de posição da ligação tripla.

#### Isomeria de cadeia



## Isomeria de posição da ligação tripla

**Exemplo:**  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$

FM:

$\text{C}_4\text{H}_8$

Butino - 1

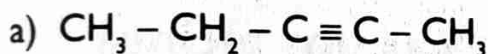
$\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$

Butino - 2

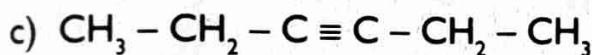
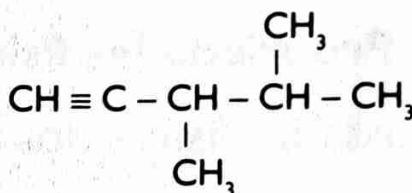
### Actividades

1. Das afirmações que se seguem, assinala com X apenas a alternativa correcta.
- a) Os alcinos são hidrocarbonetos acíclicos que apresentam ligação tripla na cadeia carbónica.
  - b) Os alcinos apresentam a fórmula geral  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ .
  - c) Os alcinos apresentam isomeria de cadeia e de posição.
  - d) Entre os átomos de carbono na molécula do acetileno há uma ligação dupla.

2. Dados os seguintes compostos:



b)



2.1 Nomeia os compostos a) e b) segundo a IUPAC e o composto c) segundo a nomenclatura usual.

2.2 Representa as fórmulas moleculares e estruturais dos compostos a) e c).

### 3.7.4 Métodos de obtenção dos alcinos

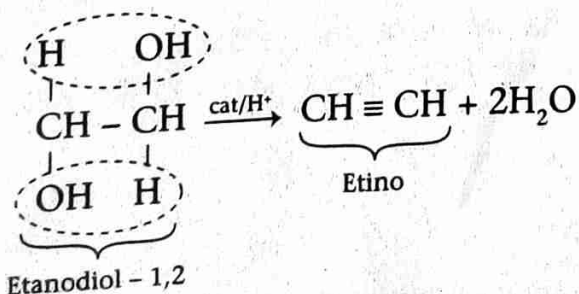
Os alcinos, tal como os alcenos, obtêm-se principalmente através de reacções de eliminação.

#### Reacções de eliminação

Nas reacções de eliminação forma-se, numa primeira fase, uma ligação dupla e, depois, uma ligação tripla.

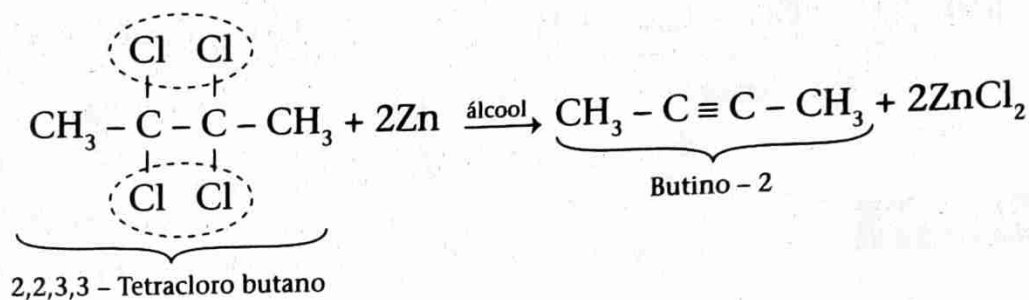
#### Desidratação de álcoois (eliminação da água)

**Exemplo:**



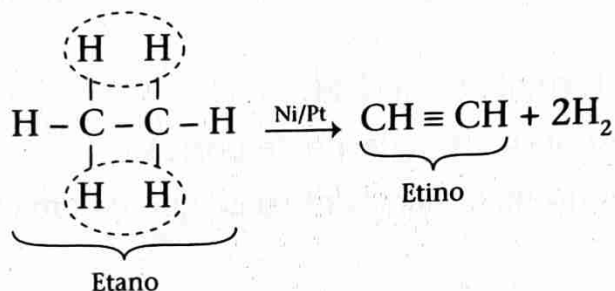
## Desalogenação dos haloalcanos (eliminação de átomos de halogéneos)

Exemplo:



## Desidrogenação catalítica dos alcanos (eliminação de hidrogénio)

Exemplo:



### 3.7.5 Propriedades físicas e químicas dos alcinos

#### Propriedades físicas dos alcinos

As propriedades físicas dos alcinos seguem às mesmas tendências das estudadas para os alcanos e alcenos. Assim, e em CNTP, de  $\text{C}_2$  a  $\text{C}_4$  são gases; de  $\text{C}_5$  a  $\text{C}_{15}$  são líquidos; e de  $\text{C}_{16}$  em diante são sólidos. Como em todas as séries homólogas, os seus pontos de fusão e de ebulição crescem à medida que aumenta a massa molecular do alcino. São inflamáveis, menos densos do que o ar, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos.

#### Propriedades químicas dos alcinos

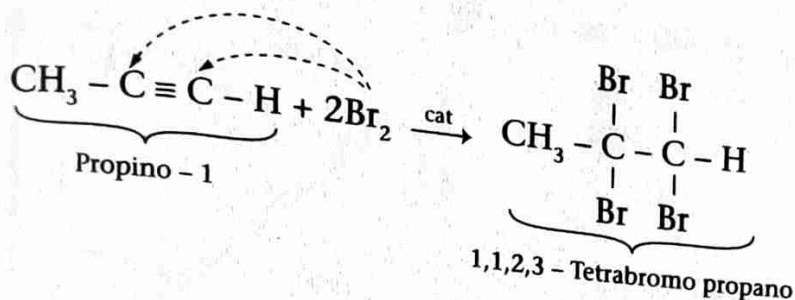
Os alcinos, tal como os alcenos, têm como reacção característica a reacção de adição. Por serem inflamáveis, sofrem também reacção de combustão.

#### Reacções de adição

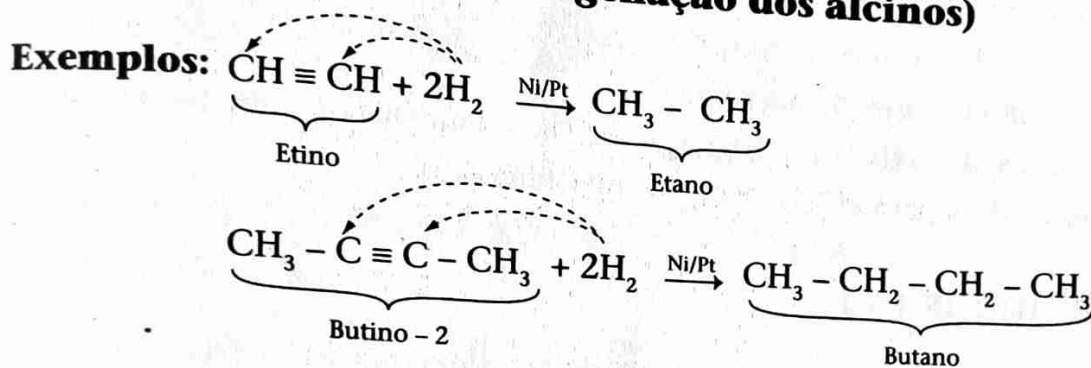
A adição de átomos, ou grupos de átomos, nos alcinos, ocorre nos carbonos da ligação tripla. As reacções realizam-se em duas fases. Na primeira fase, a tripla ligação transforma-se em dupla ligação e, na segunda fase, a dupla ligação transforma-se em ligação simples.

## Adição de halogéneos (halogenação dos alcinos)

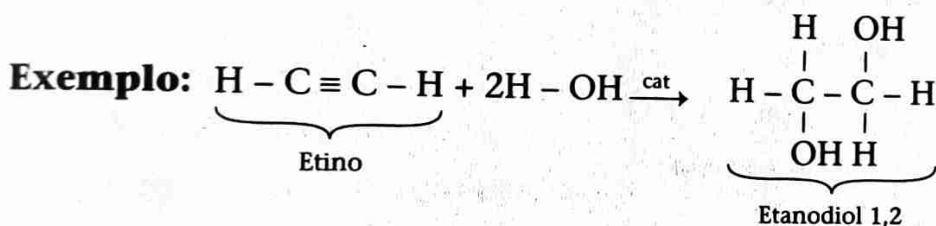
Exemplo:



## Adição de hidrogénio (hidrogenação dos alcinos)

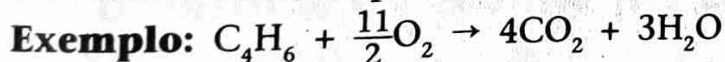


## Hidratação (adição de água)



## Reacção de combustão

Os alcinos ardem na presença de oxigénio do ar, libertando  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .



Sendo a equação geral:  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2} + \frac{3n-1}{2}\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + (n-1)\text{H}_2\text{O}$ .

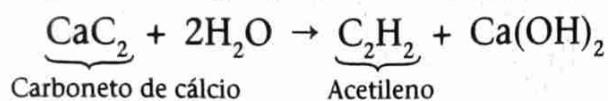
## 3.8 Etino ou acetileno: obtenção, propriedades e aplicações

### 3.8.1 Métodos de obtenção do acetileno

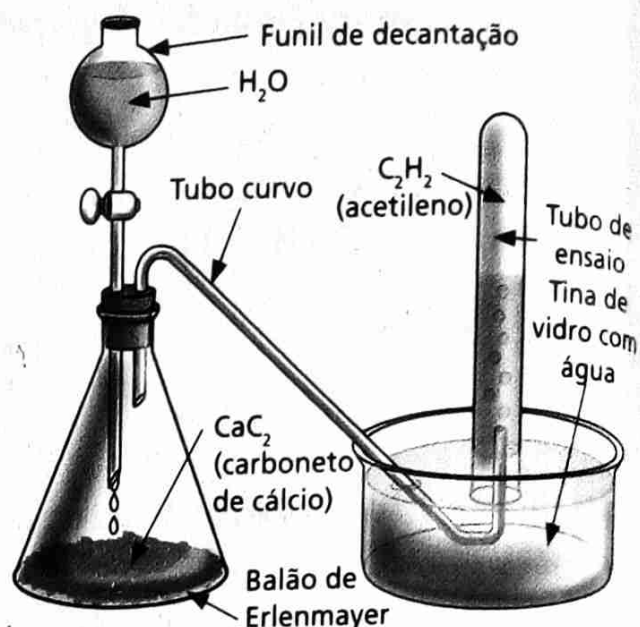
O acetileno quase não ocorre na Natureza, embora possa ser obtido a partir de produtos naturais.

## Obtenção laboratorial

Em laboratório, o acetileno é obtido a partir da hidrólise do carboneto de cálcio, segundo a equação da reacção química:



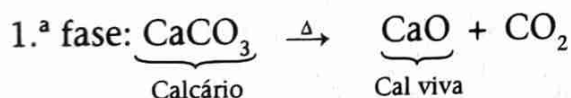
**Atenção:** quando se junta ao oxigénio atmosférico, o acetileno forma uma mistura explosiva (gás fulminante ou detonante). A explosão é mais violenta quando se misturam dois volumes de acetileno e cinco volumes de oxigénio, isto é, na proporção de dois para cinco (2:5).



..... Fig. 7 Esquema de obtenção do acetileno no laboratório.

## Obtenção industrial

As matérias-primas utilizadas no fabrico de acetileno na indústria são: calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), carvão mineral (hulha) e água, de acordo com as equações químicas:



### 3.8.2 Propriedades físicas e químicas do acetileno

#### Propriedades físicas do acetileno

O etino ou acetileno é um gás incolor com cheiro característico, menos denso do que o ar, pouco solúvel em água e bem solúvel em solventes orgânicos. Apresenta ponto de fusão de  $-82^{\circ}\text{C}$  e ponto de ebulição de  $-75^{\circ}\text{C}$ .

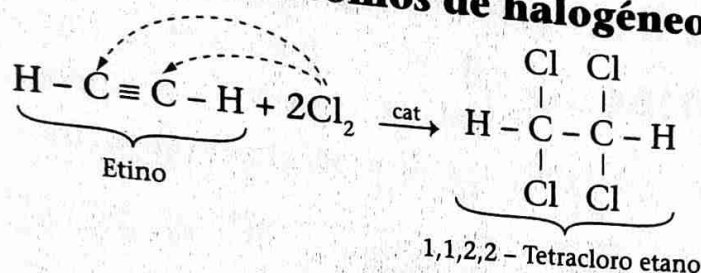
#### Propriedades químicas do acetileno

O acetileno apresenta as mesmas reacções químicas que os alcinos em geral. As suas reacções características são as de adição. Sofre também a combustão (por ser inflamável) e a reacção de polimerização, um caso específico de reacção de adição.

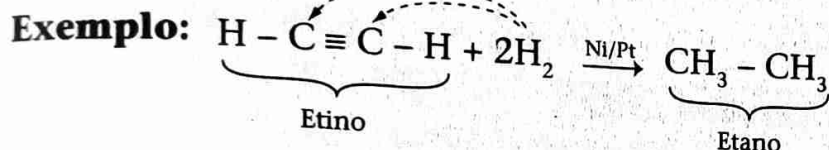
## Reacções de adição

### Halogenação (adição de átomos de halogéneos)

Exemplo:



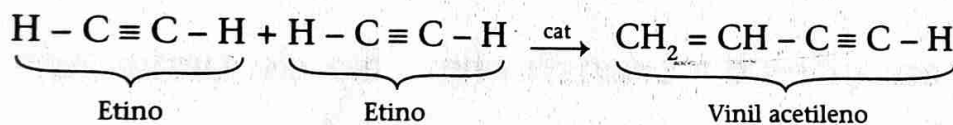
### Hidrogenação (adição de átomos de hidrogénio)



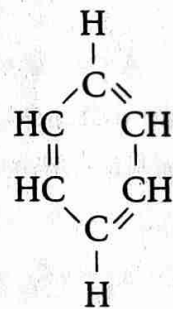
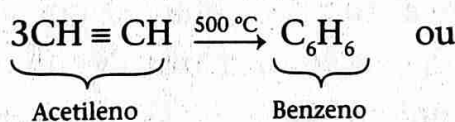
### Polimerização: dimerização e trimerização

A dimerização é uma reacção que consiste na adição de duas moléculas de acetileno na presença de catalisadores, formando um dímero.

Exemplo:

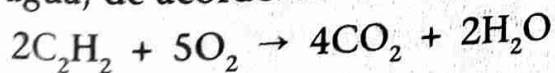


A trimerização é uma reacção que consiste na adição de três moléculas de acetileno a altas temperaturas, formando um hidrocarboneto aromático chamado benzeno.



### Reacção de combustão

O acetileno arde na presença de oxigénio do ar, formando o dióxido de carbono e água, de acordo com a seguinte equação química:



### 3.8.3 Aplicações do acetileno

O acetileno é usado nos maçaricos oxi-acetilénicos, no corte e na soldadura de metais, porque arde a temperaturas elevadas (cerca de 3000 °C). É também utilizado enquanto matéria-prima no fabrico de muitos compostos, como etano, etileno, benzeno, etanol, polímeros (plásticos, fibras sintéticas e borracha), etc.

### 3.9 Comparação das estruturas dos alcanos, alcenos e alcinos. Reacções de transformação

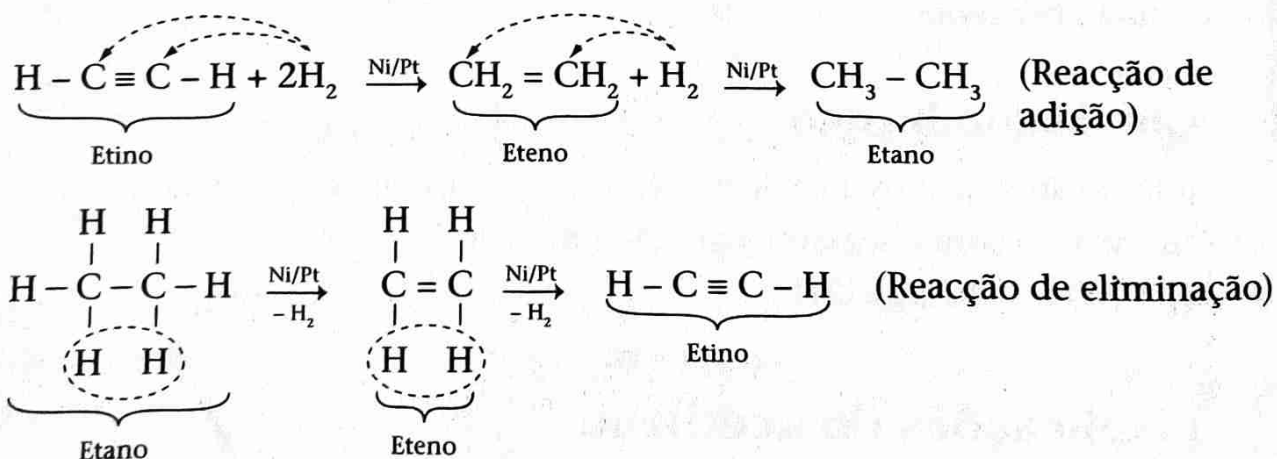
Observa a tabela seguinte, relativa aos alcanos, alcenos e alcinos.

Hidrocarboneto	Tipo de ligação	Tipo de isomeria	Tipos de reacções químicas características
Alcanos	Simples: $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C-C- \\   \quad   \end{array}$	De cadeia e posição dos radicais	Substituição e combustão
Alcenos	Dupla: $\begin{array}{c}   \quad   \\ C=C \\   \quad   \end{array}$	De cadeia, posição da ligação dupla e geométrica ( <i>cis-trans</i> )	Adição e combustão
Alcinos	Tripla: $-C \equiv C-$	De cadeia e posição da ligação tripla	Adição e combustão

Tabela 7 Tipos de reacções e isomerias dos alcanos, alcenos e alcinos.

#### 3.9.1 Reacções de transformação de uma subfunção em outra

A partir de um alcino pode obter-se um alceno e um alcano, através de reacções de adição (hidrogenação). A partir de um alcano pode obter-se um alceno e um alcino. Por exemplo:



#### Actividades

I. Dadas as afirmações seguintes, assinala com X apenas a resposta correcta.

I.1 Os alcinos apresentam, como fórmula geral:

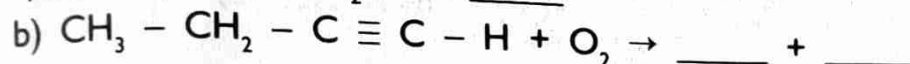
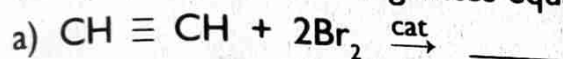
- a)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$      b)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$      c)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$      d)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$

1.2 O acetileno pode ser obtido:

- a) por combustão dos hidrocarbonetos saturados.
- b) por desidrogenação catalítica do eteno.
- c) por hidrogenação catalítica do eteno.
- d) por halogenação catalítica do eteno.


2. Completa e acerta as seguintes equações químicas:



3. Das afirmações que se seguem, assinala com X as que estiverem erradas.

- a) O nome oficial (IUPAC) do acetileno é etino.
- b) A fórmula molecular do acetileno é  $\text{C}_2\text{H}_2$ .
- c) Na combustão completa do acetileno libertam-se dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água.
- d) Entre os átomos de carbono na molécula do acetileno existe uma ligação dupla.


4. A partir da fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_6$ , representa dois isómeros de cadeia e nomeia-os.

## 3.10 Fontes naturais de hidrocarbonetos: petróleo bruto e gás natural

Nas aulas anteriores, estudaste e aprendeste que as principais fontes naturais dos hidrocarbonetos saturados (alcanos) são o gás natural e o petróleo bruto. Estes são recursos naturais não renováveis, razão pela qual devem ser utilizados racionalmente, para não esgotarem.

### 3.10.1 Petróleo bruto

A palavra «petróleo» provém do Latim («*petro*» = pedra; «*oleum*» = óleo) e significa «óleo da pedra» e é encontrado em depósitos subterrâneos.

O petróleo bruto encontra-se, sobretudo, em jazidas subterrâneas. É uma fonte importante e básica de energia no nosso dia-a-dia e uma matéria-prima para o fabrico de muitos produtos, como, por exemplo, tintas, plásticos, detergentes, entre outros.

O medo de que as reservas de petróleo se esgotem, ligado ao seu elevado custo, tem levado à procura de fontes alternativas de energia, como sejam a energia solar, a produção de biocombustíveis, entre outras.

- 1.2 O acetileno pode ser obtido:
- por combustão dos hidrocarbonetos saturados.
  - por desidrogenação catalítica do eteno.
  - por hidrogenação catalítica do eteno.
  - por halogenação catalítica do eteno.
2. Completa e acerta as seguintes equações químicas:
- $\text{CH} \equiv \text{CH} + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{cat}} \underline{\hspace{2cm}}$
  - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H} + \text{O}_2 \rightarrow \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}}$
3. Das afirmações que se seguem, assinala com X as que estiverem erradas.
- O nome oficial (IUPAC) do acetileno é etino.
  - A fórmula molecular do acetileno é  $\text{C}_2\text{H}_2$ .
  - Na combustão completa do acetileno libertam-se dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água.
  - Entre os átomos de carbono na molécula do acetileno existe uma ligação dupla.
4. A partir da fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_6$ , representa dois isómeros de cadeia e nomeia-os.

## 3.10 Fontes naturais de hidrocarbonetos: petróleo bruto e gás natural

Nas aulas anteriores, estudaste e aprendeste que as principais fontes naturais dos hidrocarbonetos saturados (alcanos) são o gás natural e o petróleo bruto. Estes são recursos naturais não renováveis, razão pela qual devem ser utilizados racionalmente, para não esgotarem.

### 3.10.1 Petróleo bruto

A palavra «petróleo» provém do Latim («*petro*» = pedra; «*oleum*» = óleo) e significa «óleo da pedra» e é encontrado em depósitos subterrâneos.

O petróleo bruto encontra-se, sobretudo, em jazidas subterrâneas. É uma fonte importante e básica de energia no nosso dia-a-dia e uma matéria-prima para o fabrico de muitos produtos, como, por exemplo, tintas, plásticos, detergentes, entre outros.

O medo de que as reservas de petróleo se esgotem, ligado ao seu elevado custo, tem levado à procura de fontes alternativas de energia, como sejam a energia solar, a produção de biocombustíveis, entre outras.

## Origem do petróleo bruto

A teoria mais aceite, actualmente, é a «orgânica animal-vegetal», segundo a qual o petróleo se formou a partir da decomposição de plantas e animais marinhos soterrados no subsolo devido a desabamentos de terras, proveniente da crosta terrestre, ocorridos há milhões de anos.

Esta teoria é reforçada pelo facto de, em jazidas de petróleo, serem encontrados restos de animais e vegetais, além de compostos de enxofre e fósforo, presentes nos organismos vivos.

## Propriedades físicas do petróleo bruto

O petróleo bruto, ou crude, é um líquido oleoso, viscoso, menos denso do que a água e insolúvel na mesma. Apresenta uma coloração que varia entre o cinzento-escuro e o negro (levando a que fosse chamado de «ouro negro»), é inflamável e tem um cheiro característico.

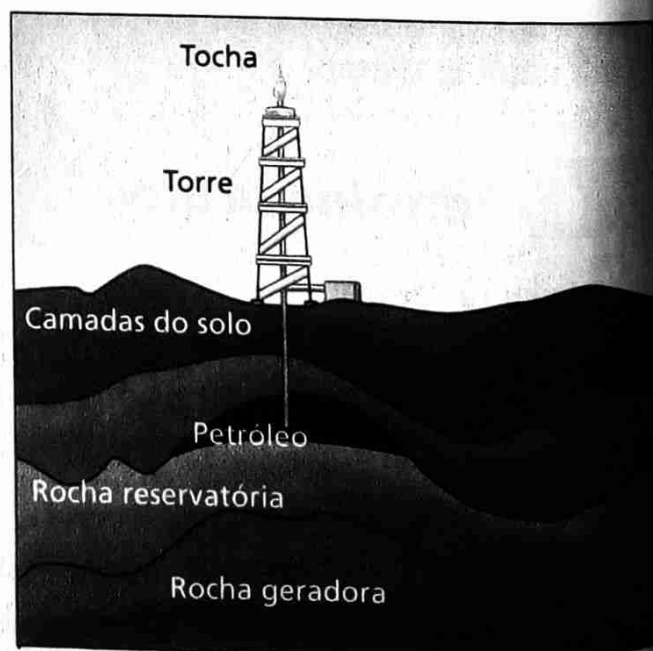
## Composição química do petróleo bruto

Quimicamente, o petróleo bruto é formado por uma mistura de hidrocarbonetos líquidos, entre os quais os hidrocarbonetos saturados (alcanos), os cicloalcanos e os hidrocarbonetos aromáticos, que se encontram em diferentes proporções, dependendo da origem do petróleo. Além destes, o petróleo bruto contém uma pequena quantidade de compostos inorgânicos, como o enxofre, o nitrogénio, o oxigénio e metais.

## Processo de extracção do petróleo bruto

O processo de extracção do petróleo bruto depende do tipo de jazidas. Geralmente, encontra-se em jazidas subterrâneas, abaixo do fundo do mar, ocultas entre as camadas impermeáveis das mesmas, onde fica retido por rochas, encontrando-se entre uma camada de gás natural e água salgada.

Regra geral, na parte inferior encontra-se uma camada de água salgada e, na parte superior, acumulam-se gases comprimidos, dos quais o metano é o mais abundante.



..... Fig. 8 Processo de extracção do petróleo.

Para se extrair o petróleo bruto, são feitos furos (canais) de grande largura, que podem ir até alguns quilómetros de profundidade.

Os gases comprimidos actuam sobre o líquido, obrigando-o a subir pelo canal aberto. Depois de algum tempo, a pressão dos gases torna-se insuficiente para conduzir o petróleo até à superfície, razão pela qual a extracção passa então a ser realizada pelo recurso a bombas.

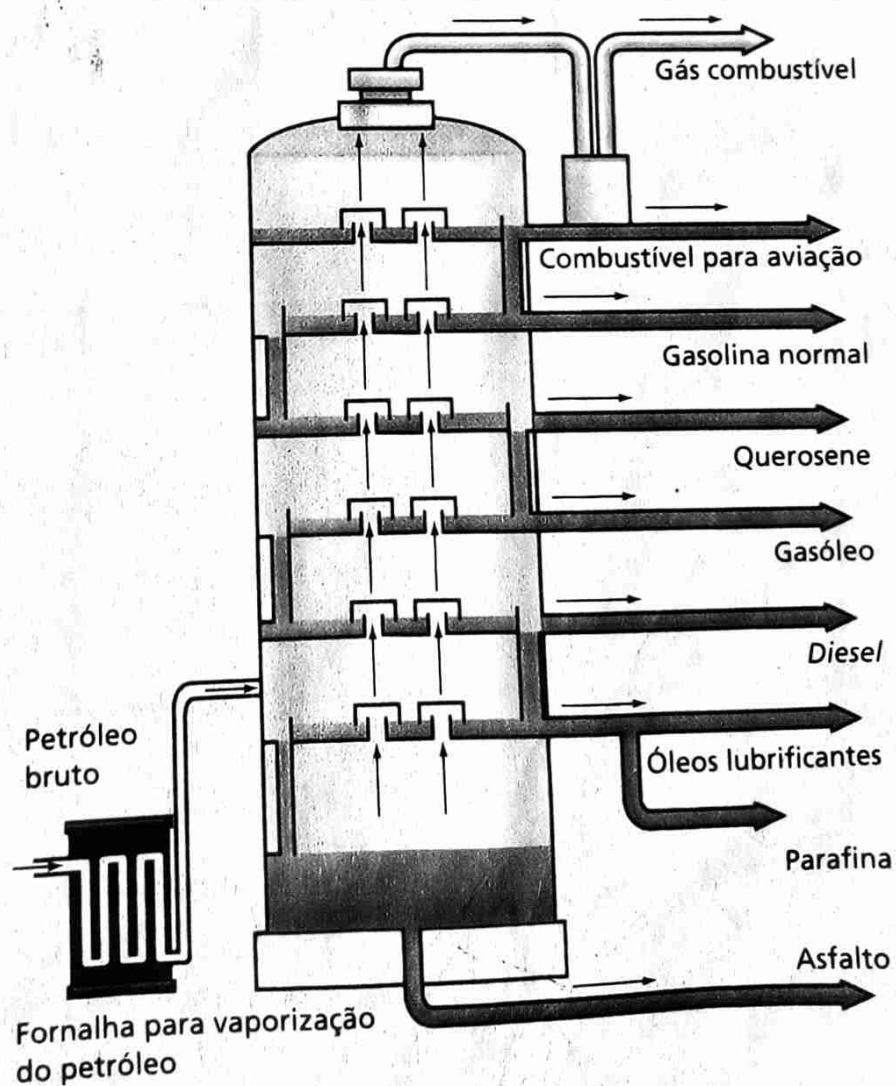
## Refinação do petróleo bruto

O petróleo bruto contém uma grande quantidade de compostos com muitas e diversas aplicações no quotidiano. A separação destes produtos ocorre nas refinarias, sendo que a indústria de extracção está sempre associada à indústria de refinaria.

Nestas últimas, o petróleo bruto é submetido a operações que permitem separar as diferentes fracções que o constituem, num processo denominado destilação fraccionada.

Destilação fraccionada é um processo que consiste na separação de diversos componentes de uma mistura através da diferença de pontos de ebulição.

A refinação do petróleo ocorre num aparelho chamado coluna de destilação, onde a mistura é aquecida e separada em fracções. Neste processo, separam-se primeiro as fracções com os pontos de ebulição mais baixos – por exemplo, propano, butano – e, no final, os componentes com elevados pontos de ebulição que formam resíduos – como o asfalto. Observa a figura à direita.



..... Fig. 9 Coluna de destilação fraccionada do petróleo bruto.

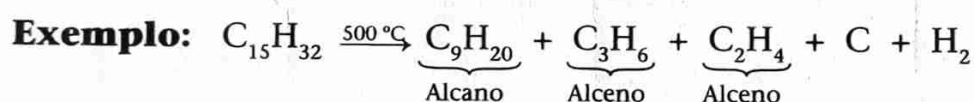
## Cracking dos derivados do petróleo

A grande revolução do petróleo ocorreu com a procura crescente dos combustíveis, em particular a gasolina, associada à invenção de motores de combustão interna e ao fabrico de automóveis em elevado número.

Assim, a gasolina passou a ser uma das fracções mais importantes e mais usada do petróleo bruto. A fracção da gasolina representa 20 por cento do petróleo, o qual é constituído por alcanos médios com seis a nove átomos de carbono. Como esta fracção é de maior consumo, os químicos descobriram um processo que permite obter maior quantidade de gasolina. Este processo foi descoberto nos EUA e recebeu o nome de *cracking*, derivado da palavra inglesa «*crack*», que significa «quebrar».

*Cracking* é um processo que consiste na quebra das cadeias carbónicas dos hidrocarbonetos de maior massa molecular, originando hidrocarbonetos médios e inferiores constituintes da fracção da gasolina.

O *cracking* pode ser térmico (decomposição por aquecimento) ou catalítico (decomposição por acção de catalisador).



Os alcenos obtidos do *cracking* do petróleo são usados como matéria-prima no fabrico de polímeros, através de reacções de polimerização.

### Saber mais

O petróleo já era conhecido na Antiguidade e era usado para fins medicinais e religiosos. Porém, só a partir da década de 1860, com a perfuração dos primeiros poços petrolíferos nos EUA e na Roménia, é que o petróleo passou a ser explorado. No início, era apenas obtido querosene (petróleo de iluminação), usado na iluminação das vias públicas em substituição de óleos animais até então utilizados. No século XX verificou-se a expansão da indústria petrolífera e, actualmente, o petróleo é uma fonte de combustíveis para os principais meios de transporte e a matéria-prima para a produção de muitos produtos usados no quotidiano.

## Principais derivados do petróleo bruto e suas aplicações

A utilização do petróleo bruto como combustível e matéria-prima expandiu-se, criando uma grande dependência económica de países que não produzem os derivados do petróleo, como é o caso de Moçambique e outros.

A indústria petroquímica transforma os derivados do petróleo bruto. A tabela da página seguinte apresenta os derivados do petróleo e as suas aplicações.

Nome da fracção	N.º de átomos de carbono na molécula	Temperatura de ebulição aproximada (°C)	Aplicações
Gás natural	C <sub>1</sub> a C <sub>4</sub>	Até 20 °C	Combustível doméstico e industrial
Éter de petróleo	C <sub>5</sub> a C <sub>6</sub>	20 °C a 60 °C	Solvente industrial
Ligroina (nafta leve)	C <sub>6</sub> a C <sub>7</sub>	60 °C a 100 °C	Solvente industrial
Gasolina	C <sub>6</sub> a C <sub>12</sub>	50 °C a 200 °C	Combustível para motores a explosão
Querosene	C <sub>10</sub> a C <sub>14</sub>	150 °C a 275 °C	Combustível para jactos e para iluminação
Óleo <i>diesel</i>	C <sub>12</sub> a C <sub>20</sub>	175 °C a 350 °C	Combustível para navios, camiões, comboios
Óleos lubrificantes	C <sub>20</sub> a C <sub>36</sub>	350 °C a 550 °C	Óleos para lubrificação
Graxas	Mais de 20	Acima de 550 °C	Graxas, vaselina
Asfalto	Acima de 36	Resíduos	Asfalto para pavimentação de estradas

Tabela 8 Derivados do petróleo e suas aplicações.

### Saber mais

Os maiores produtores de petróleo do Mundo são: EUA, Rússia, Venezuela, Kuwait, Arábia Saudita, Iraque, Irão, Roménia, Nigéria, Angola, Indonésia, China e Líbia, entre outros.

As grandes companhias petrolíferas no Mundo são «as sete irmãs», cartel de que fazem parte a British Petroleum (BP), ExxonMobil, Shell, ChevronTexaco, entre outras.

## O petróleo e o ambiente

Enquanto fonte de energia para várias actividades do quotidiano, o petróleo está associado às condições tecnológicas da sua produção e aos efeitos ambientais da sua utilização.

Os derivados do petróleo, por exemplo, a gasolina, o óleo *diesel*, entre outros, são combustíveis muito usados por veículos automóveis e nas actividades industriais.

A queima dessas substâncias liberta gases, como SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO e outros, os quais, em contacto com o oxigénio do ar e o vapor de água, formam ácidos, substâncias responsáveis pelas chuvas ácidas que destroem as florestas, corroem as estátuas, as rochas calcárias, etc.



..... Fig. 10 Árvores mortas devido às chuvas ácidas.

Unidade 3

O aumento da queima dos combustíveis derivados do petróleo bruto tem contribuído bastante para o aumento da concentração de gases que provocam as chuvas ácidas, o efeito de estufa e, conseqüentemente, o aquecimento global.

Outro factor que contribui para a poluição ambiental é a deficiente regulação dos motores de carros, que libertam gás tóxico (CO) e fuligem (C), que se acumulam nos alvéolos pulmonares, provocando graves problemas de saúde na população. Esta é a principal razão pela qual devemos regular os motores dos nossos carros.

Os acidentes com os navios petroleiros também provocam problemas ambientais, pois colocam em risco a vida dos animais e vegetais marinhos e, conseqüentemente, a saúde humana.

Na escolha de um combustível, além do seu poder calorífico, devemos ter também em consideração o seu impacto ambiental.



..... Fig. 11 Os óleos derivados do petróleo podem provocar também graves problemas ambientais: quando são derramados para o solo, infiltram-se neste e podem contaminar os lençóis de água subterrâneos.

## Zonas de prospecção do petróleo em Moçambique

Em Moçambique, as zonas de prospecção de petróleo situam-se na bacia do rio Zambeze, no distrito de Inhamitanga, na província de Sofala e na bacia do rio Rovuma, na província de Cabo Delgado.

## Aplicações da vaselina, cera e graxa

Outros derivados do petróleo usados no dia-a-dia são: a vaselina, a cera e a graxa.

### A vaselina

A vaselina pode ser líquida ou sólida, sendo a primeira um produto secundário, derivado da destilação do petróleo no processo de produção da gasolina. É um óleo transparente aplicado em trilhos e dobradiças.

A vaselina sólida é aplicada em segmentos industriais nos pontos mais manuseados, na lubrificação de máquinas de costura, bicicletas e barcos. É também usada na indústria farmacêutica, na produção de pomadas para a pele, cremes, emulsões e vários tipos de gel.

## A cera

A cera é também um produto secundário da destilação do petróleo. É usada no tratamento de protecção dos soalhos das casas, produtos de arte, nos acessórios para veículos (por exemplo, pneus), no fabrico de cremes de depilação, polimento de móveis, carros, couro, etc.

## A graxa

A graxa é usada em engraxadeiras, nos rolamentos de máquinas e na lubrificação entre peças de borracha e metal, pois permite lubrificar diversos pontos com alto volume, isto é, em camada espessa.

### 3.10.2 Gás natural: ocorrência, composição química e aplicações

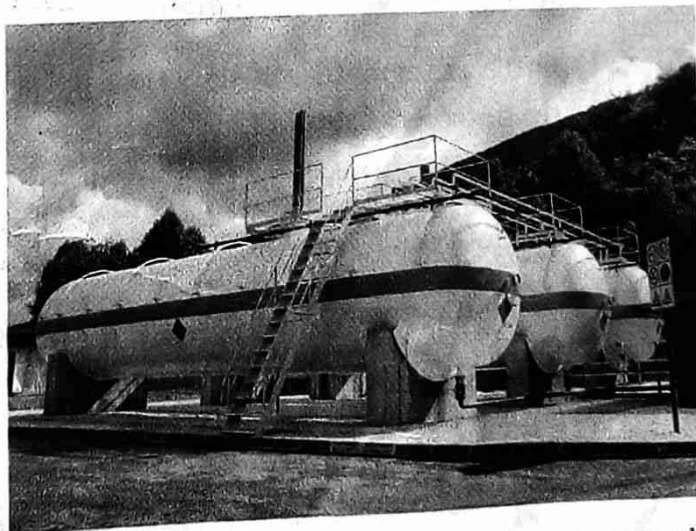
#### Ocorrência do gás natural e sua composição química

O gás natural encontra-se em depósitos subterrâneos isolados ou sobre o petróleo bruto. Este gás forma-se a partir da decomposição de matéria orgânica, plantas e animais marinhos soterrados há milhões de anos.

O principal componente do gás natural é o metano ( $\text{CH}_4$ ), com cerca de 75 por cento, chegando a atingir, por vezes, os 90 por cento. Porém, encontram-se também quantidades consideráveis de outros gases, como o etano, o propano e o butano.

As grandes jazidas de gás natural encontram-se nos EUA, na Rússia, no Canadá, no México, no Brasil, no Iraque e no Irão.

Em Moçambique, a maior jazida de gás natural localiza-se na província de Inhambane, no distrito de Goyuro. As restantes jazidas localizam-se nas províncias de Sofala, nos distritos de Buzi e Cabo Delgado.



..... Fig. 12 Depósitos onde é armazenado o gás natural.

#### Aplicações do gás natural

O gás natural é usado como combustível doméstico e industrial. Este gás pode ser canalizado, como acontece em muitos países desenvolvidos, mas também pode ser comercializado em garrafas apropriadas (botijas).

## Gás natural e ambiente

Actualmente, o gás natural tem sido utilizado como alternativa de combustível, em substituição dos combustíveis derivados do petróleo bruto, por ser uma fonte de energia que polui menos do que os combustíveis fósseis.

O gás natural tem a vantagem de não se derramar pelo solo, como acontece com o petróleo bruto em caso de acidentes (vazamento). Este gás sobe para a atmosfera (é volátil) por ser menos denso do que o ar.

Segundo os dados do Departamento de Energia dos EUA, um carro a gás liberta menos 79 por cento de monóxido de carbono (CO) para a atmosfera e menos 65 por cento de óxidos de nitrogénio do que um carro a gasolina.

Os carros movidos a gás, além de libertarem poucos gases tóxicos, não libertam óxidos de enxofre nem fuligem, como acontece com os carros movidos a *diesel*.

### Actividades

1. Assinala com X apenas a resposta correcta.

1.1 O gás de cozinha (o propano e o butano) é normalmente obtido:

- a) das jazidas de petróleo bruto.
- b) das águas do mar e do petróleo bruto.
- c) das águas dos rios e do petróleo bruto.
- d) das jazidas de gás natural.

1.2 Entre as seguintes substâncias, a única que não é directamente obtida a partir do petróleo bruto na indústria é:

- a) o óleo *diesel*.
- b) a gasolina.
- c) o etanol.
- d) o butano.

2. A partir do *cracking* do butano, a 600 °C, obtêm-se o eteno e o hidrogénio.

2.1 Escreve a equação da reacção do *cracking* do butano.

2.2 Qual é a massa (em gramas) do eteno obtido a partir do *cracking* de 50 g de butano?

3. Em colaboração com os teus colegas, responde às seguintes questões:

3.1 Por que razão, hoje em dia, existe a necessidade de procurarmos novas fontes de energia que substituam o petróleo?

3.2 Quais são as medidas que podem ser adoptadas para se evitar o aumento do custo dos combustíveis no nosso país?

3.3 Quais são os principais componentes do gás de cozinha e do petróleo para iluminação?

### 3.11 Hidrocarbonetos aromáticos

Nas aulas anteriores, estudaste os hidrocarbonetos que apresentam cadeias abertas (alcanos, alcenos e alcinos). Agora, vais estudar os hidrocarbonetos que apresentam cadeia fechada, entre os quais os aromáticos.

Os hidrocarbonetos aromáticos são aqueles que apresentam, na sua estrutura, um ou mais anéis benzénicos.

Esses compostos são chamados aromáticos pelo facto de os primeiros representantes apresentarem um cheiro (aroma) agradável.

Actualmente, são conhecidos muitos compostos deste grupo que não possuem o tal cheiro agradável, mas o nome mantém-se por tradição.

A fórmula geral dos hidrocarbonetos aromáticos é:  $C_nH_{2n-6}$ , sendo  $n \geq 6$ .

O representante dos aromáticos é o benzeno, descoberto por Michael Faraday, em 1825, com a seguinte fórmula molecular:  $C_6H_6$ .

#### 3.11.1 Estrutura do benzeno

Uma das dificuldades que os cientistas tiveram foi a de atribuir ao benzeno uma fórmula estrutural que correspondesse ao seu comportamento químico.

Assim, em 1865, o químico alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896) propôs para o benzeno a fórmula de um hexágono regular, cujos vértices são ocupados por átomos de carbono e as restantes valências seriam saturadas por átomos de hidrogénio, cujas ligações entre si alternavam entre simples e duplas, como representado na Figura 13.

A fórmula estrutural do benzeno proposta por Kekulé apresentava, no entanto, algumas limitações. Não conseguia explicar, por exemplo, a baixa reactividade do benzeno quando comparada com a dos hidrocarbonetos insaturados possuidores de ligações duplas. Actualmente, a estrutura de benzeno é explicada pela teoria de ressonância, proposta já no século XX, na década de 1930.

Segundo esta teoria, o estado normal de uma molécula é explicado não por uma estrutura, mas por diferentes combinações de estruturas alternativas para a mesma.

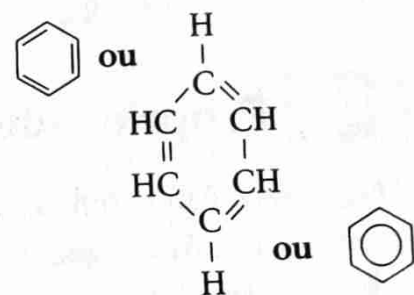


Fig. 13 Modelo de Kekulé.

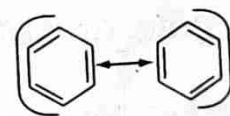


Fig. 14 Representação da estrutura de ressonância do benzeno. A seta indica que os dois modelos não correspondem a estruturas distintas para a molécula de benzeno, mas sim a possibilidades de distribuição electrónica para uma única molécula.

A ressonância é o fenómeno que ocorre em substâncias cujas moléculas ou iões apresentam mais de uma possibilidade de configuração electrónica, diferindo na distribuição dos electrões sem alterar a posição dos átomos.

Segundo o modelo da estrutura de ressonância, os seis electrões das ligações duplas do benzeno não estão em posições fixas, antes circulam ao redor dos átomos de carbono, como ilustra a estrutura ao lado.



..... Fig. 15 Os seis electrões das ligações duplas do benzeno circulam ao redor dos átomos de carbono.

### 3.1.1.2 Métodos de obtenção do benzeno

O benzeno é obtido industrialmente a partir de fontes naturais, como a destilação fraccionada do alcatrão da hulha (carvão mineral) e extraído do petróleo bruto (desidrogenação catalítica do hexano).

Artificialmente, obtém-se o benzeno pela trimerização do etino ou acetileno.



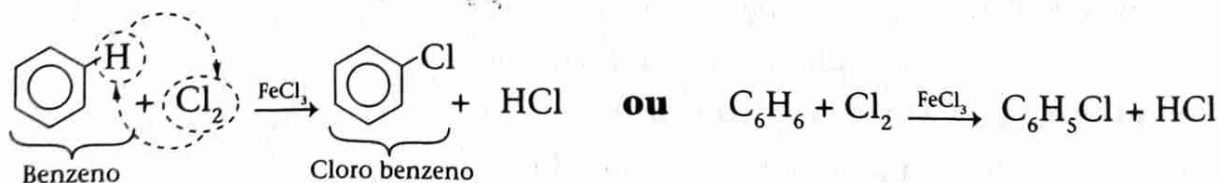
### 3.1.1.3 Propriedades físicas e químicas do benzeno

O benzeno é um líquido incolor, com cheiro agradável, muito volátil e venenoso, com ponto de fusão igual a 5 °C e ponto de ebulição igual a 80 °C. É insolúvel em água, mas bem solúvel em solventes orgânicos e é combustível.

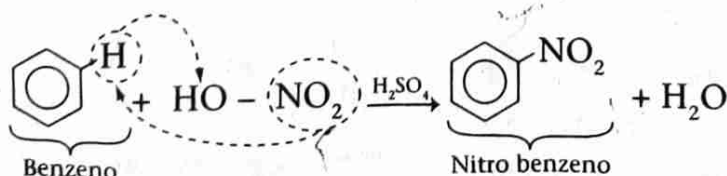
O benzeno apresenta, preferencialmente, reacções de substituição.

#### Reacções de substituição

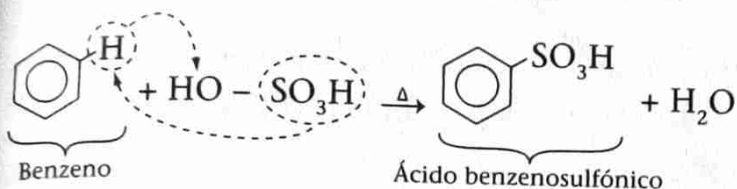
##### Halogenação (reacção com halogéneos)



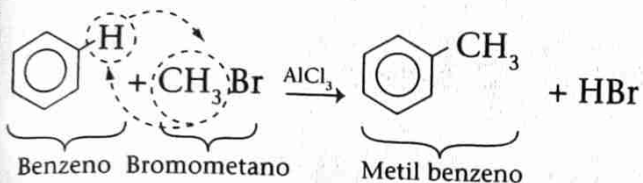
##### Nitração (reacção com ácido nítrico)



## Sulfonação (reacção com ácido sulfúrico)

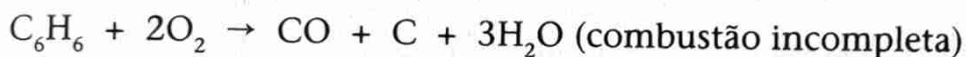
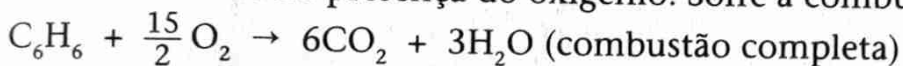


## Alquilação (método de Friedel-Crafts) - reacção com haloalcanos



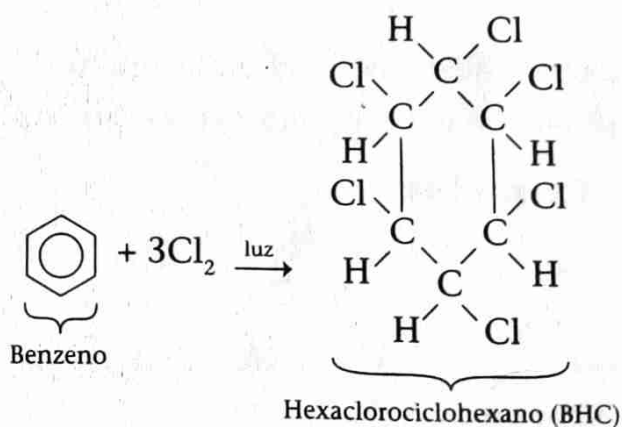
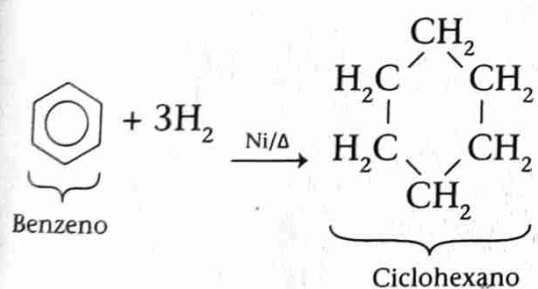
## Reacção de combustão

O benzeno arde na presença do oxigénio. Sofre a combustão.



## Reacção de adição

Quando na presença da luz solar e com o aquecimento, o benzeno sofre reacção de adição.



### 3.11.4 Aplicações do benzeno

O benzeno, conhecido no comércio por benzol, é muito utilizado na indústria, seja como solvente orgânico, na produção de insecticidas (DDT e BHC) ou fungicidas, corantes, tintas, explosivos (TNT), medicamentos, fenol, etc.

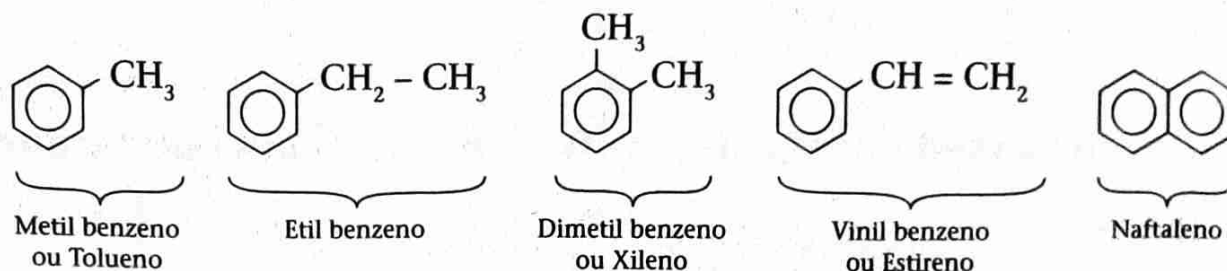
DDT - Dicloro-difenil-tricloroetano.

BHC - Hexaclorobenzeno.

TNT - Trinitrotolueno.

### 3.11.5 Nomenclatura dos derivados do benzeno

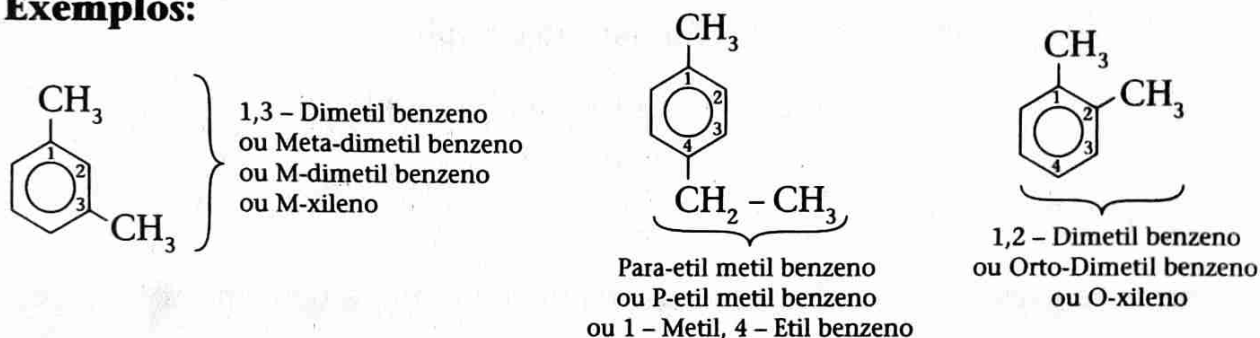
Para a nomenclatura IUPAC, o anel benzênico funciona como cadeia principal. Assim, escrevem-se os nomes dos radicais seguidos pela palavra «benzeno».



Quando, no anel benzênico, estiver ligado um radical (R), os outros cinco átomos de carbono do anel recebem nomes específicos, em relação à posição do radical (R), como ilustra a figura ao lado.

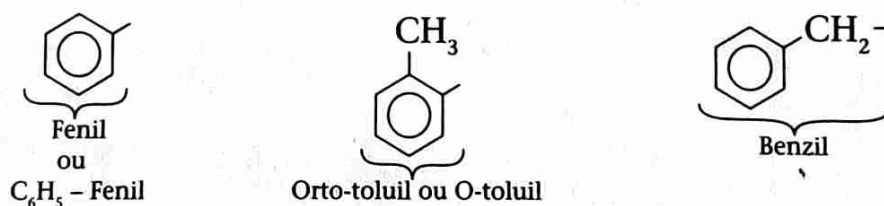


#### Exemplos:



Os radicais monovalentes que possuem valência livre no anel benzênico denominam-se e representam-se como «Ar».

#### Exemplos:



### 3.11.6 Aplicações dos derivados do benzeno

Alguns dos derivados do benzeno são: o tolueno, o estireno e o naftaleno.

#### O tolueno

O tolueno é um líquido incolor, muito inflamável, usado como matéria-prima no fabrico de corantes, explosivos (TNT) e também como solvente orgânico, conservante alimentício, no fabrico de sacarina, tintas, aspirina, ácido benzóico, etc.

## O estireno

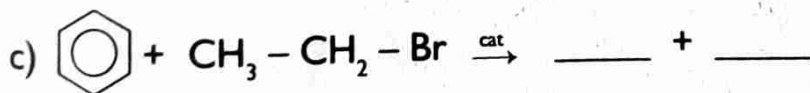
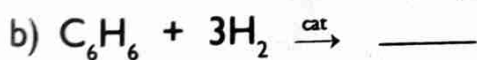
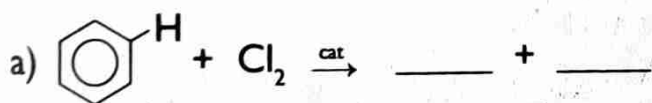
O estireno é usado na obtenção de poliestireno e borracha sintética, por meio de reacção de polimerização.

## O naftaleno

O naftaleno é comercialmente conhecido como naftalina (cânfora). É usado na protecção da roupa contra traças, baratas e outros insectos, pois sublima-se facilmente e os seus vapores têm acção insecticida.

### Actividades

- Qual é a principal característica dos compostos aromáticos?
- O que é a ressonância numa estrutura molecular?
  - Dá um exemplo concreto.
- Das seguintes afirmações, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.
  - O benzeno e o ciclohexano são substâncias aromáticas, porque apresentam na sua estrutura seis átomos de carbono.
  - Os aromáticos são hidrocarbonetos que apresentam na sua estrutura um ou mais anéis benzénicos.
  - O petróleo bruto é a única fonte de obtenção das substâncias aromáticas.
  - A cânfora é usada para proteger a roupa porque tem acção insecticida.
- Completa e acerta as seguintes equações químicas.

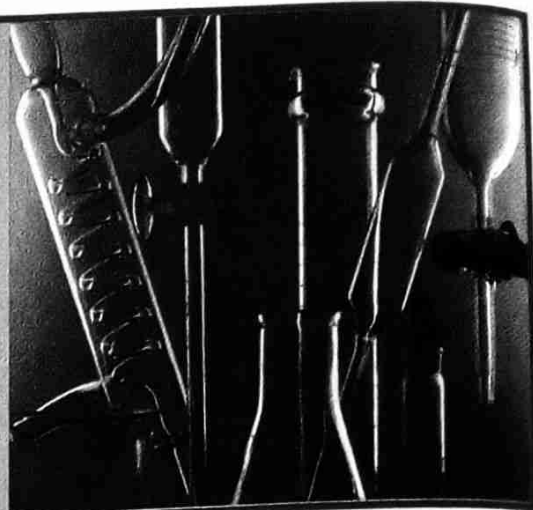


- Explica a diferença entre hidrocarbonetos alifáticos e hidrocarbonetos aromáticos.
- Representa as fórmulas estruturais dos seguintes compostos:
  - 1,3,5 - Trimetil benzeno;
  - P-dimetil benzeno;
  - M-xileno.

## Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- produzir e identificar o metano e o etino;
- fazer a prova de gás fulminante ou detonante;
- testar a combustibilidade do benzeno, do metano e do etino;
- manipular correctamente os materiais envolvidos nas experiências e aplicar as regras de higiene e segurança.



### Experiência I

#### Obtenção do metano e verificação das suas propriedades

**Material:** tubo de ensaio com uma abertura lateral de 45°, tubo de ensaio normal, tina hidropneumática ou bacia pequena, rolha perfurada, fonte de calor (fogão ou lamparina), tubo de vidro curvo ou mangueira de borracha, cal sodada (mistura de um grama de NaOH e um grama de CaO), acetato de sódio, água, um fósforo e a respectiva caixa.

#### Procedimentos:

- Num tubo de ensaio normal com abertura lateral, introduz dois gramas de cal sodada e dois gramas de acetato de sódio.
- Acopla à abertura lateral um tubo de vidro, ou borracha, que vai desembocar na tina hidropneumática com água.
- Aquece o tubo de forma gradual, inicialmente lento e depois intenso.
- Recolhe o gás produzido nos tubos normais (consulta a figura da pág. 59).
- Faz a prova de gás fulminante e de combustibilidade.
- Anota as observações.
- Tira as conclusões.

## Experiência 2

### Obtenção e identificação do etino ou acetileno

**Material:** um tubo de ensaio com abertura lateral de 45° ou uma garrafa plástica vazia com tampa, adaptador, mangueira de borracha ou tubo de esferográfica, carboneto de cálcio, água destilada, rolha de borracha ou cortiça.

#### Procedimentos:

- Faz duas perfurações na rolha ou na tampa da garrafa.
- Coloca uma seringa contendo cerca de cinco mililitros de água destilada na parte perfurada e noutra parte introduz a mangueira de borracha ou o tubo de esferográfica, ao qual deste a forma de L com um ligeiro aquecimento.
- Introduz o carboneto de cálcio na garrafa, ou no tubo, e tapa com a rolha.
- Acende uma vela e coloca-a a cerca de seis centímetros de distância em frente ao tubo de ensaio ou da garrafa.
- Goteja a água sobre o carboneto de cálcio (Atenção: O carboneto de cálcio decompõe-se com violenta explosão quando submetido a pequena compressão.). Observa a figura da pág. 76.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

## Experiência 3

### Prova de solubilidade e combustibilidade do benzeno

**Material:** cadinho de porcelana ou chávena, benzeno, fósforo e a caixa, conta-gotas, água destilada, tubo de ensaio normal.

#### Procedimentos:

- Introduz três a quatro gotas de benzeno no tubo de ensaio e dois mililitros (2 ml) de água. Agita bem.
- Anota as observações.
- Verte a mistura no cadinho ou chávena e, com um fósforo, acende-a.
- Tira as conclusões.

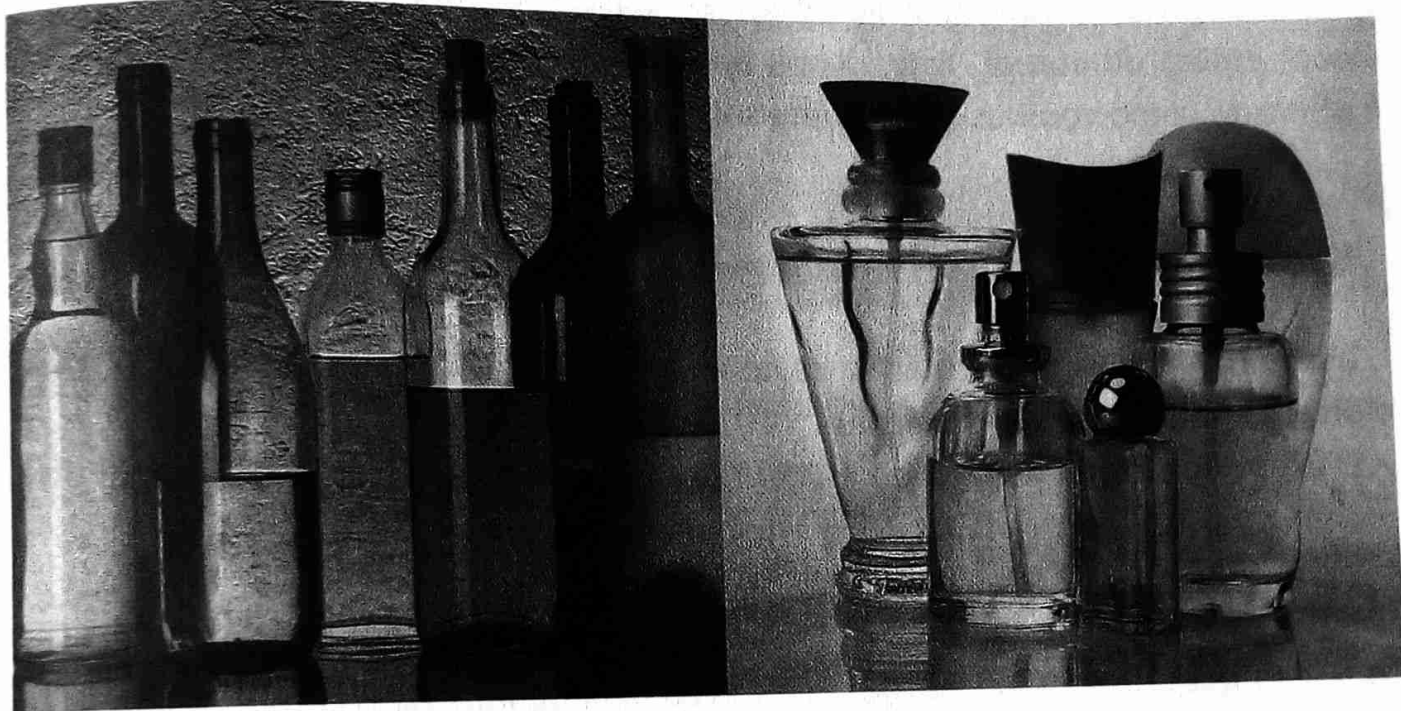
## Vamos reflectir...

1. Que fenómeno (físico ou químico) ocorre quando se goteja a água sobre o carboneto de cálcio? Justifica a tua resposta.
2. Porque se podem recolher o metano e o acetileno numa tina ou bacia cheia de água?
3. O que é o gás fulminante ou detonante? Dá exemplos.
4. Por que razão arde o benzeno, mesmo misturado com água?
5. Quais são as aplicações do benzeno no quotidiano?
6. Por que se deve ter muito cuidado com os vapores do benzeno?
7. Por que razão o metano é também denominado gás do pântano?

## Vamos relembrar...

- Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos que apresentam na sua composição apenas átomos de carbono e hidrogénio.
- Os alcanos são hidrocarbonetos saturados que apresentam apenas ligações simples entre os átomos de carbono.
- As principais fontes naturais dos alcanos são o petróleo bruto e o gás natural.
- Os alcanos sofrem, preferencialmente, reacções de substituição: halogenação, nitração e sulfonação.
- O metano é o representante da série homóloga dos alcanos. É usado como combustível industrial e doméstico, constituindo a matéria-prima na produção de tintas, pneus, borracha, hidrogénio, amoníaco, entre outros.
- Os alcenos são hidrocarbonetos insaturados, que apresentam uma ligação dupla na cadeia carbónica.
- Os alcenos sofrem reacção de adição: halogenação, hidratação e hidrogenação.
- Os alcinos são hidrocarbonetos insaturados com uma ligação tripla na cadeia carbónica.
- Os polímeros são compostos macromoleculares constituídos por um grande número de monómeros ligados entre si.
- O petróleo bruto e o gás natural são as principais fontes de energia extraídas a partir de jazidas subterrâneas.
- Os derivados do petróleo bruto são: gás combustível, gasolina, querosene, óleos lubrificantes, parafina, *diesel* e alcatrão (asfalto).
- Os hidrocarbonetos aromáticos são compostos que apresentam um cheiro agradável e possuem, na sua estrutura, um ou mais anéis benzénicos.
- O benzeno é um hidrocarboneto aromático, usado como solvente orgânico e também como matéria-prima no fabrico de insecticidas, herbicidas, fungicidas, detergentes, tintas, corantes, medicamentos e até explosivos.

# Álcoois e Fenóis



..... Fig. 1 Exemplos de substâncias que contêm álcool.

Nesta unidade vamos aprender a:

- definir e classificar os álcoois;
- nomear os álcoois e fenóis segundo a IUPAC e a nomenclatura usual;
- indicar os principais métodos de obtenção dos álcoois e respectivas equações químicas;
- caracterizar as propriedades físicas e químicas dos álcoois;
- identificar os efeitos do álcool sobre o organismo humano, na vida social e económica no nosso dia-a-dia;
- classificar as bebidas alcoólicas e enumerar as suas aplicações;
- descrever as ligações por pontes de hidrogénio nos álcoois;
- representar os isómeros dos álcoois;
- enumerar as aplicações de álcoois e fenóis;
- produzir álcool em laboratório e testar as suas propriedades;
- aplicar as regras de higiene e segurança na realização de experiências.

## 4.1 Álcoois: conceito, fórmula geral, grupo funcional, características gerais, classificação e nomenclatura

No dia-a-dia, os meios de comunicação social, como os jornais, a rádio, a televisão e outros, têm-se debruçado sobre o álcool e os problemas que o consumo excessivo do mesmo traz à nossa sociedade. Neste caso, referem-se ao álcool comum, chamado álcool etílico ou etanol. Este álcool, além de ser usado no fabrico de bebidas, é utilizado como combustível e como solvente na produção de perfumes.

Os álcoois são compostos orgânicos derivados dos alcanos, que possuem um ou mais grupos hidroxilos (OH), ligados aos carbonos saturados da cadeia carbónica.

Assim, os álcoois apresentam a seguinte fórmula geral:  $R - OH$ , na qual R é o radical alquilo, derivado do alcano.

O grupo funcional dos álcoois é  $-OH$  (grupo hidroxilo).

### 4.1.1 Características gerais dos álcoois

Os álcoois têm a propriedade de se dissolverem bem, tanto nos compostos polares, como nos compostos apolares, pelo facto de serem constituídos por uma parte polar (grupo OH) e outra apolar (cadeia carbónica).

A polaridade da ligação O-H permite a formação de ligações conhecidas como «pontes de hidrogénio».

As denominadas pontes de hidrogénio são ligações intermoleculares e intramoleculares, que se estabelecem entre o hidrogénio e um outro átomo muito electronegativo, como sejam o oxigénio, o nitrogénio ou o flúor, entre outros, causando uma associação de moléculas.

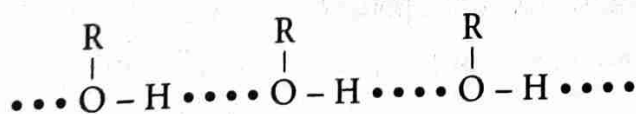


Fig. 2 Pontes de hidrogénio entre as moléculas de álcoois.

A formação de pontes de hidrogénio nos álcoois explica, por um lado, a elevada solubilidade destes em água e, por outro, os pontos de ebulição relativamente altos comparativamente aos de outros compostos orgânicos que possuem massas moleculares iguais.

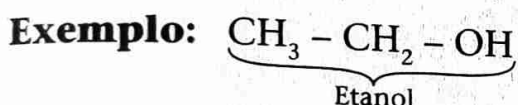
## 4.1.2 Classificação dos álcoois

Dada a grande diversidade de tipos de álcoois, estes podem ser classificados segundo vários critérios, de acordo com o tipo de carbono ao qual o grupo OH se encontra ligado e de acordo com o número de grupos hidroxilo.

**De acordo com o tipo de carbono ao qual o grupo OH se encontra ligado**

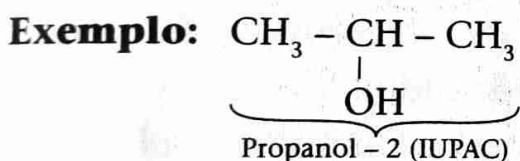
### Álcool primário

Tem o grupo hidroxilo (OH) ligado a um carbono primário.



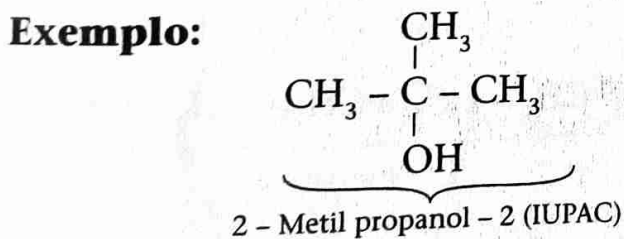
### Álcool secundário

Tem o grupo hidroxilo (OH) ligado a um carbono secundário.



### Álcool terciário

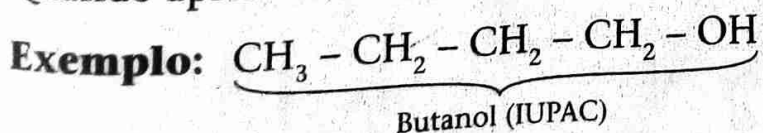
Tem o grupo hidroxilo (OH) ligado a um carbono terciário.



**De acordo com o número de grupos hidroxilo**

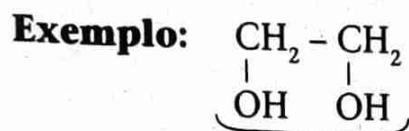
### Monoálcool ou monol

Quando apresenta um grupo hidroxilo.



## Díálcool ou diol ou ainda glicol

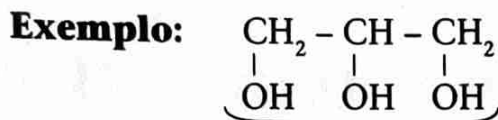
Quando apresenta dois grupos hidroxilos.



1,2 - Etanodiol ou Díálcool (IUPAC)  
ou Etileno glicol (usual)

## Triálcool ou triol

Quando apresenta três grupos hidroxilos.



1,2,3 - Propanotriol (IUPAC)  
ou Glicerina ou Triálcool (usual)

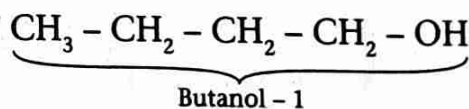
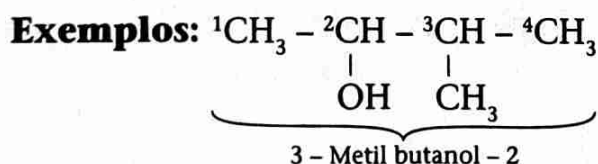
Atenção: os álcoois que possuem mais do que um grupo hidroxilo são designados poliálcoois.

### 4.1.3 Nomenclatura dos álcoois

#### Nomenclatura IUPAC dos álcoois

Para denominar um álcool, debes:

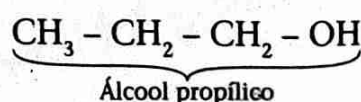
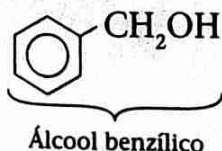
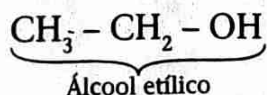
- identificar a cadeia mais longa que contém o grupo hidroxilo;
- atribuir o nome do alcano correspondente, acrescentando o sufixo *-ol*;
- indicar a posição do grupo OH na cadeia principal por meio de número;
- identificar os outros substituentes presentes na molécula e indicar, por meio de números, as posições que ocupam na cadeia, escrevendo-os antes do nome do alcano correspondente.



#### Nomenclatura usual dos álcoois

O nome dos álcoois é formado usando o termo «álcool» seguido do nome do radical alifático ou aromático ao qual se encontra ligado, com a terminação *-ílico*.

**Exemplos:**

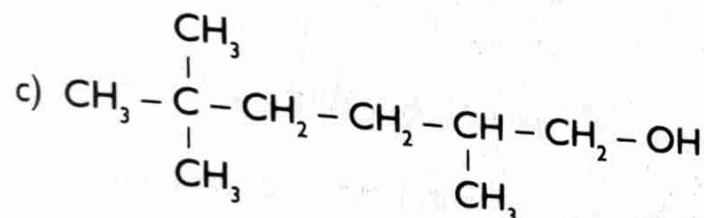
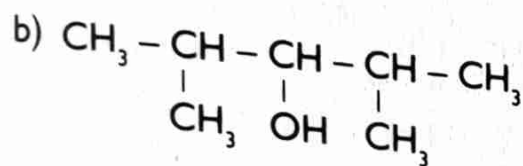
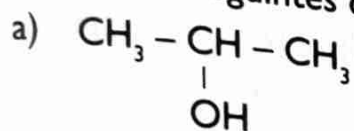


**Actividades**

1. Assinala com X apenas a alternativa correcta. O átomo de oxigénio entra na composição de:

- a) hidrocarbonetos aromáticos;
- b) alcanos;
- c) alcinos;
- d) álcoois.

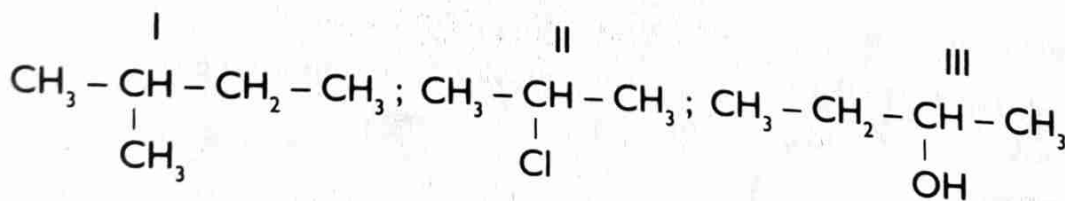
2. Nomeia os seguintes compostos segundo a IUPAC:



3. Escreve as fórmulas estruturais dos compostos seguintes segundo a IUPAC:

- a) 2 - Metil propanol - 2;
- b) Hexanol - 2;
- c) 2,3 - Dicloro butanol - 1;
- d) 2,3 - Dimetil - 3 - Etil heptanol - 1.

4. A nomenclatura IUPAC dos compostos abaixo indicados é (assinala a opção correcta):



- a) Iso-pentano, 2 - Cloropropano e Álcool butílico;
- b) 2 - Metil butano, 2 - Cloropropano e Butanol - 2;
- c) Iso-pentano, 2 - Cloropropil e Metilpropil carbinol;
- d) 2 - Metil butano, Cloreto de isopropil e Butanol - 2.

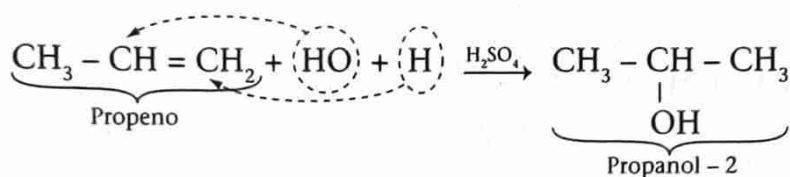
### 4.1.4 Métodos de obtenção dos álcoois

Os principais métodos de obtenção dos álcoois são: hidratação dos alcenos, reacções de haletos orgânicos com bases fortes e redução de aldeídos ou cetonas.

#### Hidratação dos alcenos (adição de água)

Esta reacção já foi abordada quando estudámos os alcenos: de acordo com a regra de Markovnikov, o grupo hidroxilo liga-se ao carbono menos hidrogenado da ligação dupla.

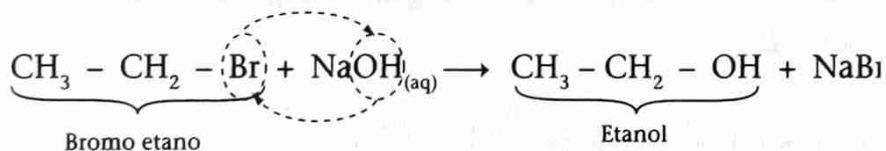
**Exemplo:**



#### Reacções de haletos orgânicos com bases fortes

Os haletos orgânicos reagem com bases fortes, formando álcoois e sais.

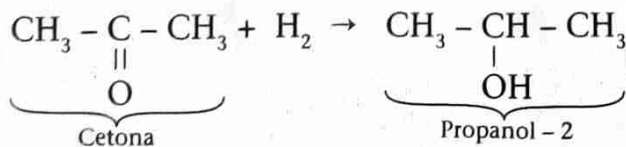
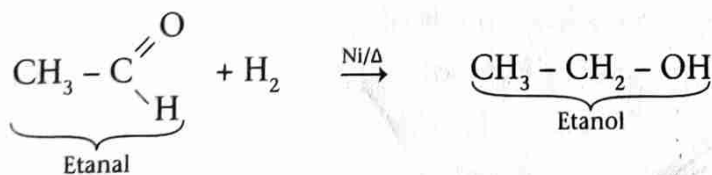
**Exemplo:**



#### Redução de aldeídos ou cetonas

O hidrogénio, em presença de níquel ou platina, adiciona-se ao grupo carbonilo, dando os respectivos álcoois. A hidrogenação de aldeídos e cetonas forma álcoois primários e secundários, respectivamente.

**Exemplos:**



## 4.1.5 Propriedades físicas e químicas dos álcoois

### Propriedades físicas dos álcoois

Os álcoois são líquidos incolores, muito voláteis, de cheiro característico, solúveis em água em todas as proporções e com temperaturas de ebulição elevadas, comparativamente às de outros compostos orgânicos, devido à formação das denominadas pontes de hidrogénio.

A polarização da ligação (O-H) diminui com o aumento da cadeia carbónica. Como consequência, a sua solubilidade em água também diminui, com aumento da massa molecular.

Acima de  $C_{12}H_{25}OH$ , são sólidos semelhantes à parafina (álcoois superiores).

A tabela seguinte evidencia a solubilidade de alguns álcoois em água e os respectivos pontos de ebulição quando comparados com os dos alcanos correspondentes.

Álcool	Solubilidade em água (g/100 g de água)	Pontos de ebulição dos álcoois (°C)	Pontos de ebulição dos alcanos (°C)
Metanol	Infinita		
Etanol	Infinita	64,8	Metano: -161,7
Propanol - I	Infinita	78,5	Etano: -88,6
Butanol - I	8,0	97,4	Propano: -42,1
Pentanol - I	2,7	117,3	n - Butano: -0,5
Hexanol - I	0,6	138,1	n - Pentano: 36,1
		157,2	n - Hexano: 69,2

Tabela 1 Algumas propriedades físicas dos álcoois.

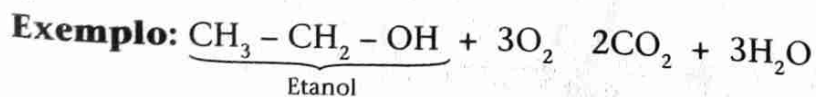
### Propriedades químicas dos álcoois

Os álcoois são muito reactivos devido à polaridade das suas moléculas, originada pela presença do oxigénio. A elevada electronegatividade do oxigénio aumenta a densidade electrónica na região do grupo hidroxilo (OH). Essa será, então, a parte mais reactiva da molécula.

As reacções dos álcoois são: combustão, oxidação por agentes oxidantes, reacção com metais alcalinos, desidratação catalítica, reacção com haletos de hidrogénio e reacção de esterificação.

#### Oxidação por combustão

Os álcoois ardem na presença de oxigénio do ar, libertando dióxido de carbono e água.

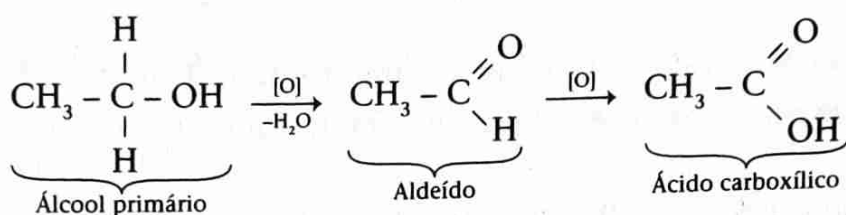


## Oxidação por agentes oxidantes

Os agentes oxidantes mais usados são:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{MnO}_2$  e  $\text{CrO}_3$ .

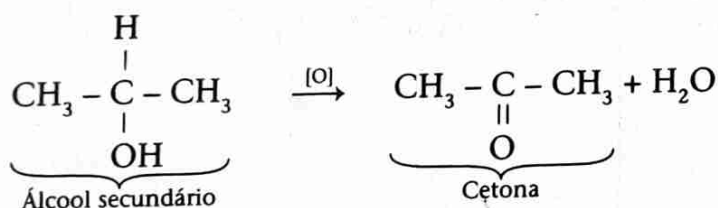
### Álcoois primários

Os álcoois primários oxidam-se dando origem aos aldeídos e depois aos ácidos carboxílicos: álcoois primários  $\xrightarrow{\text{oxidam-se}}$  aldeídos  $\xrightarrow{\text{oxidam-se}}$  ácidos carboxílicos.



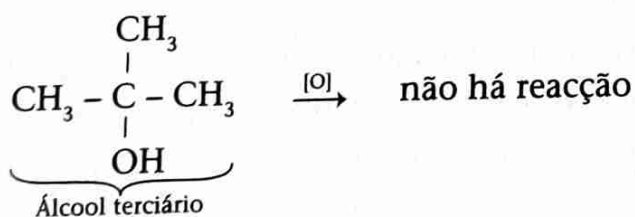
### Álcoois secundários

Nas mesmas condições, os álcoois secundários oxidam-se, dando origem às cetonas: álcoois secundários  $\xrightarrow{\text{oxidam-se}}$  cetonas.



### Álcoois terciários

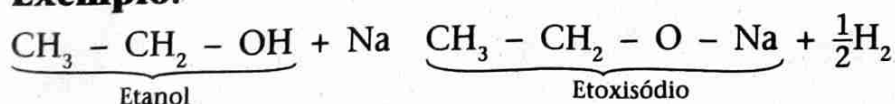
Os álcoois terciários são resistentes à oxidação, uma vez que o carbono ligado ao grupo hidroxilo não tem qualquer hidrogénio para o agente oxidante remover.



## Reacção dos álcoois com metais alcalinos (reacção de substituição)

Os álcoois têm o carácter ácido muito fraco, razão pela qual é difícil a substituição do átomo de hidrogénio (H) do grupo hidroxilo (OH) por metais. Apenas os metais muito reactivos conseguem deslocar o hidrogénio do grupo hidroxilo dos álcoois.

### Exemplo:



A velocidade da reacção dos álcoois com metais diminui à medida que aumenta a cadeia carbónica, pois o carácter ácido dos álcoois diminui com o aumento desta.

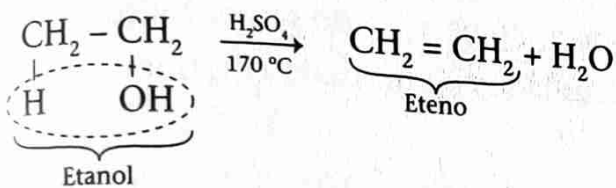
## Reacção de desidratação

Os álcoois podem sofrer dois tipos de desidratação dependendo das condições da reacção: desidratação intramolecular e desidratação intermolecular.

### Desidratação intramolecular (ou seja, dentro da mesma molécula)

Ocorre quando a água é retirada de uma molécula de álcool na presença de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) enquanto catalisador, a  $170^\circ\text{C}$ .

#### Exemplo:

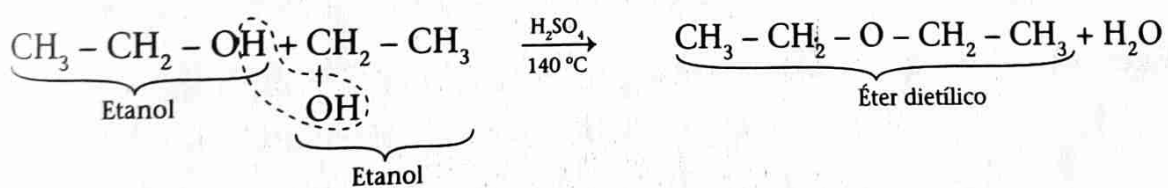


O óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) também pode ser utilizado como catalisador deste tipo de reacção.

### Desidratação intermolecular (ou seja, entre moléculas diferentes)

Ocorre quando a água é retirada de duas moléculas diferentes na presença de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) enquanto catalisador, a  $140^\circ\text{C}$ .

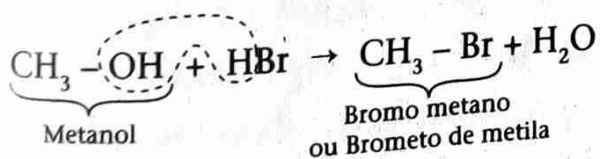
#### Exemplo:



### Reacção com haletos de hidrogénio (HI, HBr e HCl)

Reacção estudada aquando da abordagem aos alcenos na unidade anterior.

#### Exemplo:



## Actividades

1. Das afirmações que se seguem, assinala as verdadeiras com V e as falsas com F.
- Os álcoois são líquidos incolores usados apenas no fabrico de bebidas alcoólicas.
  - Os álcoois são bem solúveis em água devido à presença do grupo hidroxilo (OH).
  - Os álcoois formam pontes de hidrogénio graças à polaridade da ligação entre o oxigénio e o hidrogénio.
  - Os álcoois são compostos orgânicos derivados dos alcenos.
2. Completa as seguintes equações químicas e nomeia os produtos formados.
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Br} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{_____} + \text{_____}$
  - $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{_____}$
  - $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array} + \text{KOH} \longrightarrow \text{_____} + \text{_____}$$
3. Considera os dados a seguir indicados:
- |  |                |                         |
|--|----------------|-------------------------|
| a) $\text{CH}_3 - \text{OH}$             | P.E. = 64,6 °C | Massa molecular = 32    |
| b) $\text{CH}_3 - \text{Cl}$             | P.E. = -24 °C  | Massa molecular = 50,5  |
| c) $\text{C}_6\text{H}_{13} - \text{OH}$ | P.E. = 157 °C  | Massa molecular = 102   |
| d) $\text{C}_6\text{H}_{13} - \text{Cl}$ | P.E. = 132 °C  | Massa molecular = 120,5 |
- Explica a diferença entre os pontos de ebulição do  $\text{CH}_3 - \text{Cl}$  e do  $\text{CH}_3 - \text{OH}$ .
  - Por que razão a diferença entre os pontos de ebulição do  $\text{C}_6\text{H}_{13} - \text{Cl}$  e do  $\text{C}_6\text{H}_{13} - \text{OH}$  é menor do que entre o  $\text{CH}_3 - \text{OH}$  e o  $\text{CH}_3 - \text{Cl}$ ?
  - O que são pontes de hidrogénio?
  - O que é o ponto de ebulição?
4. Quais das afirmações seguintes não se aplicam aos álcoois? Assinala com X.
- Apresentam um carácter ácido.
  - Possuem cadeias insaturadas.
  - São insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos.
  - São derivados dos alcanos pela substituição de um átomo de hidrogénio (ou mais) por hidroxilo.

## 4.2 Etanol ou álcool etílico: obtenção, propriedades e aplicações

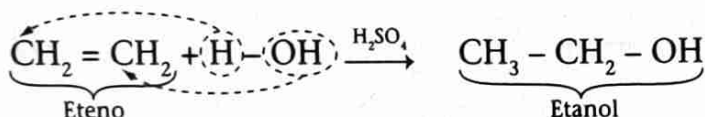
O etanol é também conhecido por ou álcool comum. Está presente nas bebidas alcoólicas em várias concentrações, de acordo com o tipo de bebida.

### 4.2.1 Obtenção do etanol

O etanol é obtido na indústria através do petróleo, do carvão e dos hidratos de carbono, por hidratação catalítica e por fermentação.

#### Hidratação catalítica do etileno ou eteno

Os gases resultantes do *cracking* do petróleo contêm eteno ( $C_2H_4$ ) que, por hidratação, forma o etanol.



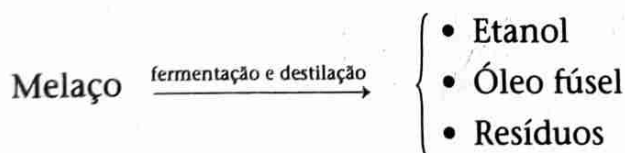
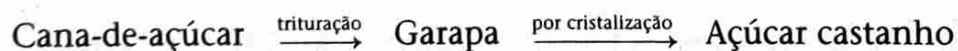
#### Por fermentação de hidratos de carbono

Em muitos países, o álcool é obtido através da fermentação da cana-de-açúcar.

No nosso país, além daquela matéria-prima, são também utilizados o milho, a mapira, o arroz, o melão e o sumo de vários frutos, entre outras.

O emprego de uma ou outra substância depende de cada região.

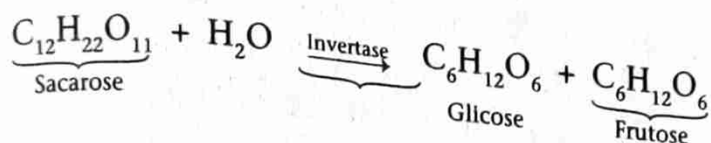
Utilizando a cana-de-açúcar, podemos ter o seguinte esquema:



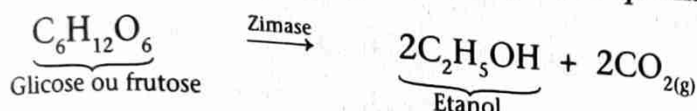
Como se pode observar, somente na fermentação do melaço e cana-de-açúcar é que ocorrem reacções químicas. Nessa fase, ocorre a fermentação da sacarose, extraída da garapa da cana-de-açúcar.

A fermentação da sacarose do melaço ocorre naturalmente em condições aeróbias ou, na ausência de oxigénio, catalisada por enzimas de microrganismos anaeróbios.

Na presença da sacarose, os microrganismos inoculados produzem uma enzima denominada invertase, que catalisa a hidrólise da sacarose, produzindo a glicose e a frutose, sendo ambos isómeros.



Por acção de outra enzima, denominada zimase, também produzida por microrganismos, a glicose e a frutose transformam-se em etanol, com a libertação de dióxido de carbono, segundo a equação química:



Devido à libertação do gás carbónico, pelo facto de essa reacção ser muito exotérmica, a mistura adquire um aspecto de fervura, o que justifica o nome de fermentação atribuído por Pasteur.

Após a fermentação, o álcool é destilado em grandes colunas de fraccionamento, obtendo-se 96 por cento de álcool comum e 4 por cento de água. Através da destilação fraccionada não é possível obter o álcool a 100 por cento.

Além das substâncias açucaradas e amiláceas (milho, arroz, mapira, etc.), a indústria também utiliza substâncias celulósicas, como a madeira, o papel velho, etc., como fontes de glicose.



..... Fig. 3 Etanol produzido a partir de sementes de soja.

### Saber mais

Louis Pasteur foi um cientista francês, cujas descobertas tiveram uma grande importância, tanto na área da Química, como na da Medicina. Foi ele que criou a técnica conhecida hoje por pasteurização. Pasteur defendia que todas as doenças infecciosas são provocadas por microrganismos com grande capacidade de propagação; daí a necessidade de se identificar o micróbio causador de cada doença, para que se possa descobrir um modo de combatê-lo.



..... Fig. 4 Louis Pasteur.

## 4.2.2 Propriedades físicas do etanol

O etanol é um líquido, inflamável, de cheiro característico, solúvel em água, com ponto de ebulição igual a 78,5 °C.

### 4.2.3 Aplicações do etanol

É usado na preparação de bebidas alcoólicas e como combustível para automóveis, tanto puro como misturado com a gasolina. É utilizado como matéria-prima no fabrico de outras substâncias, tais como: etileno, etanol, ácido acético, cloreto de etila, entre outras. É usado, também, como solvente no fabrico de tintas, vernizes, perfumes, essências, entre outras.

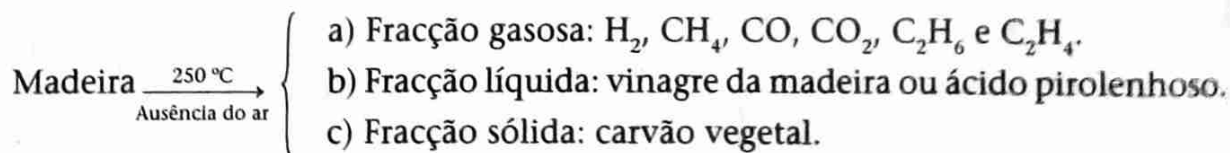
#### Saber mais

A utilização do etanol como combustível apresenta algumas vantagens em relação aos combustíveis derivados do petróleo bruto, pois o etanol é menos poluente e é uma matéria-prima inesgotável (recurso renovável). Pelo contrário, os derivados do petróleo bruto são combustíveis poluentes e são uma matéria-prima esgotável (recurso não renovável).

## 4.3 Metanol ou álcool metílico: obtenção, propriedades e aplicações

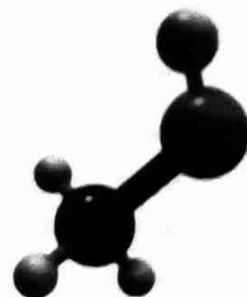
### 4.3.1 Obtenção do metanol

O metanol é também conhecido por «espírito da madeira» ou álcool da madeira, uma vez que, antigamente, era obtido a partir da destilação seca da madeira, a 250 °C, na ausência do ar, em retortas apropriadas. Nesse processo, a celulose constituinte da madeira produz três fracções:

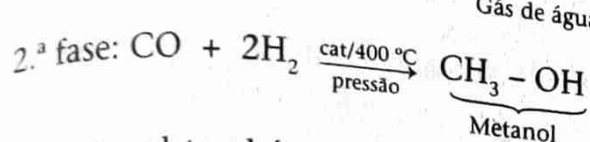
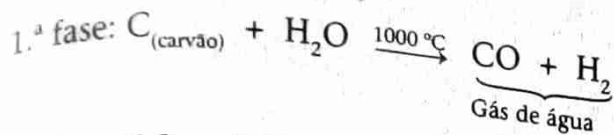


A fracção líquida, designada de ácido pirolenhoso ou vinagre de madeira, contém entre 7 a 10 por cento de ácido acético; 1 a 3 por cento de álcool metílico; 0,5 a 1 por cento de acetona; 0,1 a 0,5 por cento de acetato de metila; e 85 a 90 por cento de água.

Actualmente, o metanol é obtido industrialmente pelo processo de síntese, introduzido na Alemanha em 1923, no qual a matéria-prima é o carvão.



.....Fig. 5 Estrutura molecular do metanol.

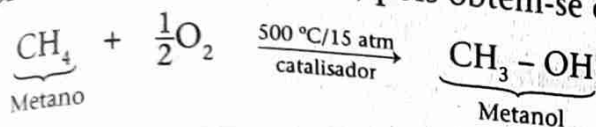


Catalisador: óxido de crómio e de zinco.

Temperatura: 400 °C.

Pressão: 200 atm.

O metanol também pode ser obtido por oxidação controlada de metano. Este processo é petroquímico, pois obtém-se o metanol a partir do gás natural.



### 4.3.2 Propriedades físicas do metanol

O metanol é um líquido incolor, de cheiro característico e o mais tóxico de todos os álcoois. É solúvel em água, inflamável e tem o ponto de ebulição igual a 64,6 °C.

#### Saber mais

O álcool metílico, quando ingerido (mesmo em pequenas quantidades), ataca as células da retina, causando a degeneração do nervo óptico, o que provoca a cegueira permanente. A ingestão de quantidades de metanol superiores a 50 mililitros conduz à morte. Por esta razão, a utilização de álcool metílico em bebidas alcoólicas é proibida por lei.

### 4.3.3 Aplicações do metanol

O metanol é muito usado na indústria na produção do formol (metanol ou aldeído fórmico), que tem muitas aplicações na medicina, como, por exemplo, na conservação de cadáveres e órgãos de animais, entre outras. O metanol é também usado como combustível para aviões a jacto e carros de corrida. Em alguns países é usado para aumentar a qualidade da gasolina (as octanas da gasolina).



Fig. 6 Alguns carros de corrida usam o metanol como combustível.

## 4.4 Bebidas alcoólicas

De um modo geral, as bebidas podem ser classificadas em:

- bebidas não fermentadas ou licores;
- bebidas fermentadas (destiladas ou aguardentes não destiladas).

### 4.4.1 Bebidas não fermentadas

As bebidas não fermentadas, ou licores, contêm álcool, açúcar e essências.

### 4.4.2 Bebidas fermentadas

As bebidas fermentadas resultam da simples fermentação dos açúcares de uma qualquer bebida açucarada. O vinho, o champanhe, a cerveja e a cidra são exemplos de bebidas fermentadas não destiladas.

As bebidas destiladas resultam da concentração do etanol em bebidas fermentadas. A cachaça, o uísque, o conhaque, o rum, o *brandy* e o *vodka*, são exemplos de bebidas fermentadas destiladas.

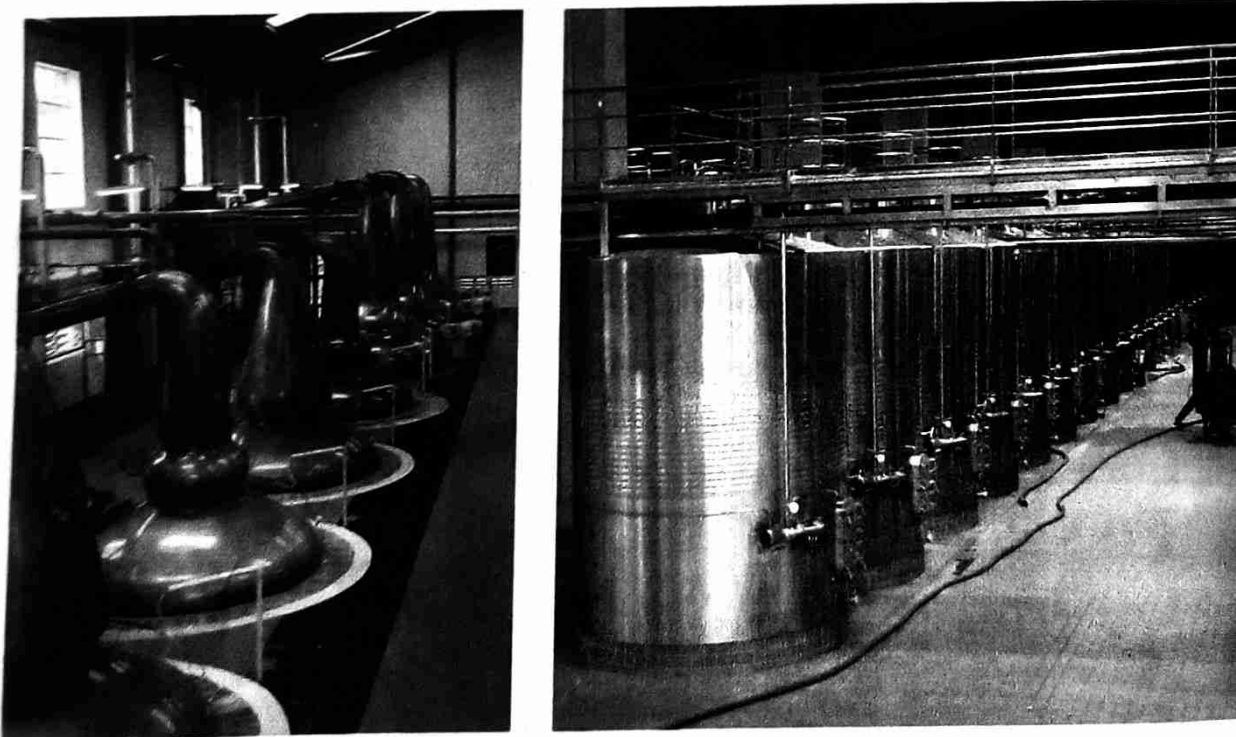


Fig. 7 Destilaria de uísque (à esquerda) e cubas para fermentação de vinho (à direita).

## Principais bebidas fermentadas não destiladas

### **Vinho**

Resulta da fermentação do sumo de uva e contém entre 10 a 15 por cento de álcool. Certos vinhos apresentam um maior teor alcoólico porque é adicionado álcool etílico ao produto da fermentação.

### **Champanhe**

Este é um vinho em que a fermentação continua a decorrer no interior da garrafa. A grande pressão deve-se à formação de dióxido de carbono no decorrer desse processo, que se liberta aquando da abertura da garrafa.

### **Cerveja**

Bebida obtida por fermentação do malte (cevada germinada) misturado com flores de lúpulo, que conferem o sabor amargo agradável. Contém entre 3 a 5 por cento de álcool.

## Principais bebidas fermentadas destiladas

### **Cachaça (nipa)**

Obtida por destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado, contém aproximadamente 45 por cento de álcool.

### **Uísque**

Obtido por meio da destilação de cereais fermentados, como, por exemplo, cevada, milho e outros. Possui entre 40 a 75 por cento de álcool.

### **Conhaque**

Obtido a partir da destilação do vinho, contém entre 40 a 60 por cento de álcool.

### **Rum**

Obtido a partir da destilação do melaço de cana-de-açúcar fermentado, contém aproximadamente 50 por cento de álcool.

## 4.5 Efeito do álcool no organismo

O etanol é bem solúvel em água e dissolve-se no sangue quando ingerido, distribuindo-se por todas as partes do organismo. Dependendo da quantidade que é ingerida, os seus efeitos no organismo podem ser mais ou menos acentuados e prolongarem-se por um período de tempo também variável.

Quando ingerido em pequenas doses, o etanol pode actuar no nosso organismo enquanto substância fornecedora de energia. Contudo, em doses elevadas, actua como um depressor do sistema nervoso central, pois reduz a actividade do mesmo, fazendo com que as mensagens levem mais tempo para serem transmitidas através das fibras nervosas, reduzindo também a capacidade de locomoção e de reacção aos estímulos necessários para, por exemplo, conduzir um automóvel em segurança.

Em doses muito elevadas, o etanol actua como veneno e pode levar à morte.

O quadro seguinte mostra alguns efeitos do álcool no organismo.

Cerveja	Vinho	Destilados (aguardentes)	Nível do álcool no sangue (mg/100 ml)	Efeito do álcool no organismo
6 copos	2 copos	2 doses (1 duplo)	30	Bem-estar, euforia, relaxamento.
9 copos	1 garrafa	6 doses (3 duplos)	100	Perda de equilíbrio e capacidade da linguagem afectada (fala enrolada).
48 garrafas (de 33 cl)	4 garrafas	1 garrafa	400	Coma alcoólico e morte.

Tabela 2 Efeitos do consumo de álcool no organismo.

### Saber mais

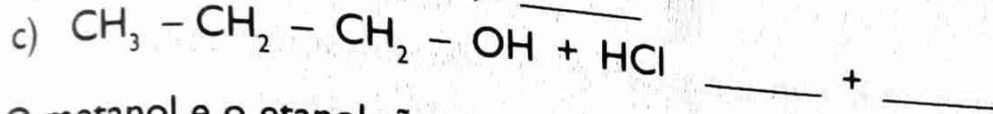
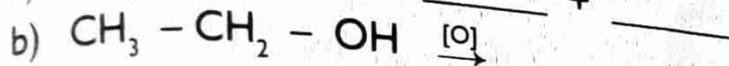
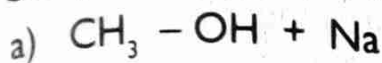
Em muitos países, incluindo Moçambique, os motoristas de automóveis são submetidos a testes para avaliar o teor de álcool (etanol) no sangue. A Polícia usa instrumentos chamados bafómetros ou etilómetros. O motorista suspeito sopra num tubo de vidro que contém sílica gel embebida em dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ), um agente oxidante de cor alaranjada. Se no hálito do motorista houver álcool, esse composto alaranjado muda para a cor verde. A intensidade da cor indica o maior ou menor grau de embriaguez do motorista.



... Fig. 8 Os etilómetros podem também ser instalados em locais públicos para as pessoas verificarem o seu teor de álcool no sangue.

## Actividades

1. Completa as seguintes equações químicas e indica o nome dos produtos formados.



2. O metanol e o etanol são usados como combustíveis.

2.1 Escreve a equação de reacção de combustão de cada um deles.

2.2 O que é um combustível?

2.3 Qual é a vantagem de utilizar os álcoois como combustíveis em vez dos derivados do petróleo?

2.4 Menciona quatro (4) aplicações do etanol no quotidiano.

3. O álcool comercializado (etanol) contém, normalmente, quatro por cento de água porque (assinala com X a opção correcta):

a) Não se consegue obter álcool puro por destilação fraccionada.

b) O álcool a 96 por cento é melhor desinfectante do que o álcool puro.

c) A água diminui o perigo da combustão espontânea do álcool.

d) A água aumenta o poder dissolvente do álcool.

4. Assinala com X a opção correcta.

a) O álcool é obtido na indústria apenas por processo de fermentação.

b) O etanol, quando ingerido em pequenas doses, pode provocar cegueira permanente.

c) O metanol é venenoso e muito tóxico, por isso é proibido o seu uso na preparação de bebidas alcoólicas.

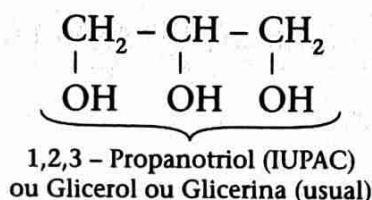
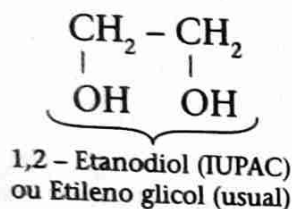
d) O metanol é um líquido incolor usado no fabrico de explosivos.

5. Em colaboração com os teus colegas, enumera os problemas socioeconómicos que o consumo de álcool tem causado nas famílias e na tua comunidade.

## 4.6 Polialcoois

Os polialcoois são álcoois que apresentam mais do que um grupo hidroxilo (OH) ligado ao carbono saturado da cadeia.

Estes líquidos possuem um elevado ponto de fusão, são solúveis em água e têm um sabor adocicado.

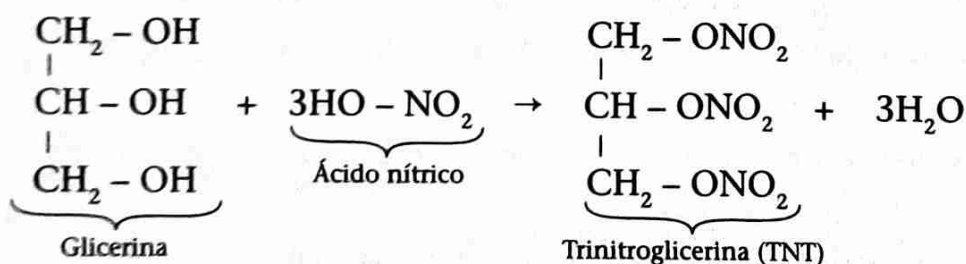


### 4.6.1 Aplicações dos polialcoois

#### Glicerina

A glicerina é um líquido viscoso, de sabor adocicado, usado como solvente e lubrificante. É também utilizado na produção de tintas, perfumes e explosivos.

A trinitroglicerina é um explosivo muito potente na forma de dinamite, sendo até capaz de explodir por simples agitação na forma líquida. É industrialmente obtido através da nitração da glicerina.



A glicerina é também utilizada na preparação de cremes, pomadas e sabonetes, pelas suas propriedades de amaciar a pele.

#### Etileno glicol

O etileno glicol é usado como anticongelante, isto é, diminui a temperatura de fusão da água, sendo utilizado nas regiões frias para impedir que esta congele nos radiadores dos automóveis e aviões, sendo adicionado à água dos radiadores.

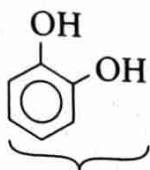
## 4.7 Fenóis

Os fenóis são compostos orgânicos que possuem um ou mais grupos hidroxilos ligados ao anel benzênico.

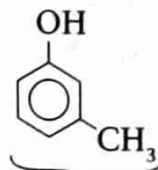
Os fenóis resultam da substituição de um ou mais átomos de hidrogénio nucleares do anel benzênico por igual número de hidroxilos. Têm um carácter ácido superior ao dos álcoois, mas inferior ao dos ácidos carboxílicos. São, por isso, por vezes designados como ácidos orgânicos não carboxílicos.



Fenol (IUPAC)  
ou Hidroxibenzeno



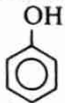
1,2 - Dihidroxibenzeno (IUPAC)  
ou Catecol



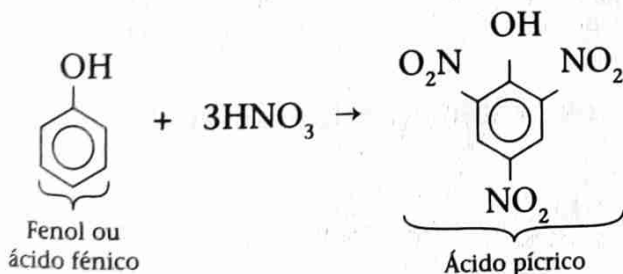
1 - Hidroxi - 3 - Metil benzeno (IUPAC)  
ou Meta-cresol ou ácido fénico

A fórmula geral dos fenóis é  $\text{Ar} - \text{OH}$ , sendo  $\text{Ar}$  - radical aromático (arilo).

### 4.7.1 Fenol comum

O fenol comum,  ou  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{OH}$ , é um sólido branco, pouco solúvel em água e de cheiro característico. Apresenta propriedades anti-sépticas, isto é, é capaz de matar microrganismos. O fenol foi o primeiro composto usado como anti-séptico para evitar infecções nos hospitais, no final do século XIX. No entanto, a sua acção cáustica sobre a pele e as mucosas e a sua elevada toxicidade levaram a que fosse substituído por outros anti-sépticos.

O fenol é também usado no fabrico de resinas sintéticas, fenolftaleína (usado como indicador ácido-base e como laxante), corantes sintéticos e ácido pícrico.



### Saber mais

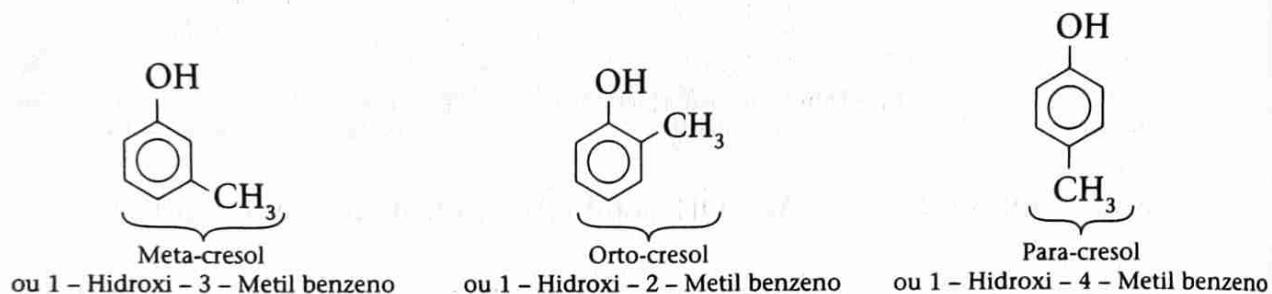
Em 1867, o médico Joseph Lister descobriu que soluções aquosas de fenol matavam bactérias e, a partir dessa altura, essas soluções passaram a ser utilizadas para desinfetar instrumentos cirúrgicos e o local da incisão antes da operação.

O ácido pícrico é muito usado no tratamento de queimaduras sob a forma de picrato de butesina. Contudo, é também utilizado como explosivo, sendo os seus sais mais reactivos e potentes.

### 4.7.2 Cresóis

Os cresóis são anti-sépticos mais fortes e menos tóxicos do que o fenol. São usados como desinfectantes sob forma de creolina ou lisol (um desinfectante usado em agropecuária e no uso doméstico).

Os cresóis são ainda usados no fabrico de corantes, explosivos, perfumes e na conservação da madeira.



A creolina é uma mistura de sais de sódio derivados dos cresóis.

### 4.7.3 Resorcinóis e naftóis

Os resorcinóis são usados como anti-sépticos e no fabrico de medicamentos.



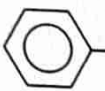
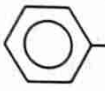

Os naftóis  $\alpha$  e  $\beta$  são sub-produtos sólidos da destilação do alcatrão da hulha e são usados no fabrico de corantes.



## Actividades

1. Assinala com X a opção correcta. Os fenóis são:
- a) Bases orgânicas.
  - b) Compostos neutros.
  - c) Ácidos orgânicos, mas não carboxílicos.
  - d) Ácidos carboxílicos.

2. Assinala as afirmações verdadeiras com V e as falsas com F.

- a) O composto  OH é um fenol.
- b) O composto  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{OH}$  é um álcool.
- c) O composto   $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$  é um hidrocarboneto saturado.
- d) O composto  pertence à função álcool.

3. Qual é a diferença entre os fenóis e os álcoois?

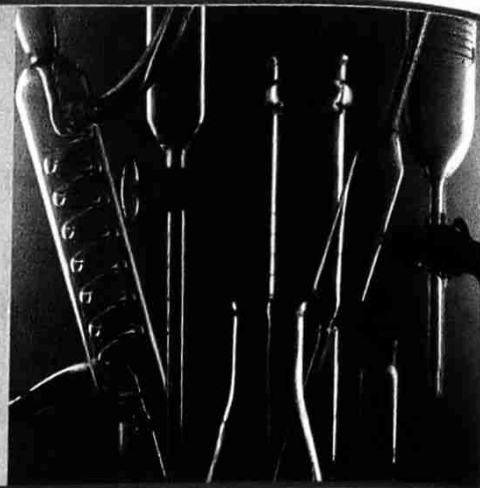
4. Escreve a fórmula estrutural dos seguintes compostos:

- a) Hidroxibenzeno.
- b) 3 - Metil butanol - 2.
- c) Glicerina.
- d) 2 - Metil pentanol - 2.

## Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- identificar a presença de água na aguardente;
- verificar a volatilidade do álcool;
- produzir álcool no laboratório;
- construir um aparelho de destilação simples;
- manipular correctamente os materiais envolvidos nas experiências e aplicar as regras de higiene e segurança.



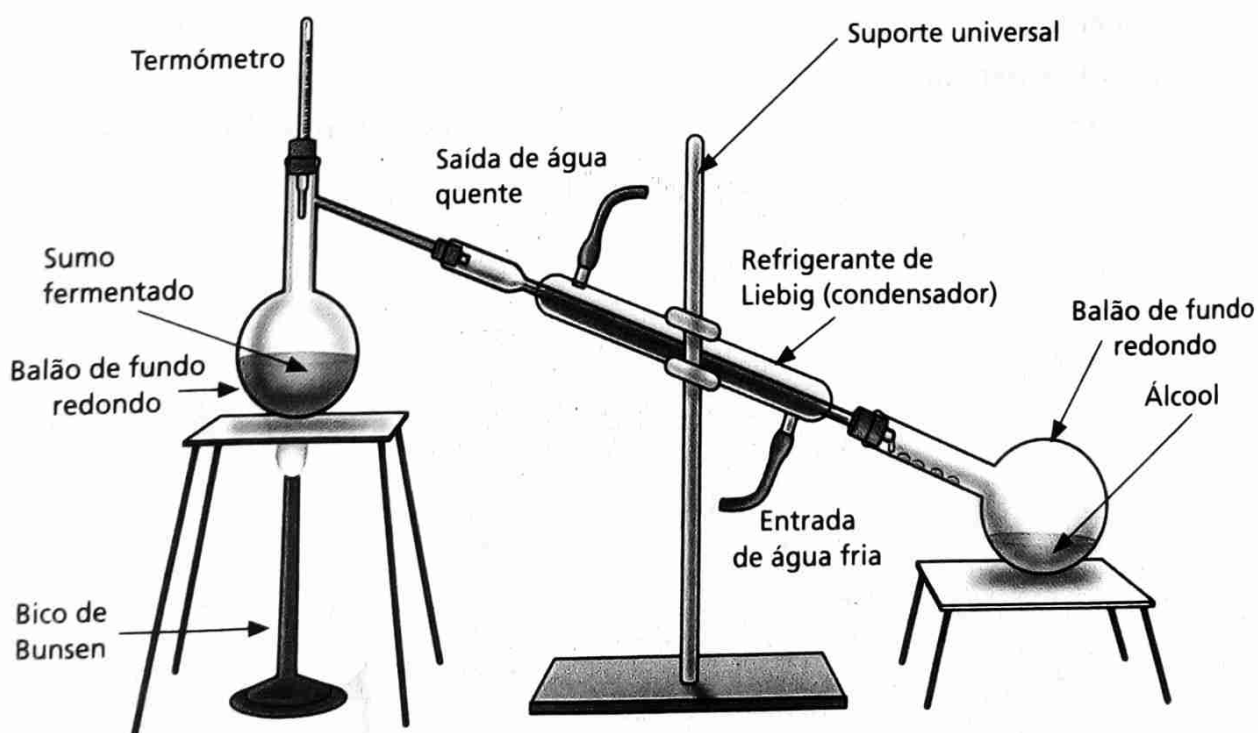
### Experiência I

**Obtenção do etanol a partir de sumos de fruta: laranja, toranja, ananás e outros**

**Material e reagentes:** tubo de ensaio com abertura lateral de 45°, condensador, fonte de calor (fogão), adaptadores, tubo de vidro curvo, água, sumo de fruta fermentado, tubo colector, fósforo e a respectiva caixa, termómetro.

**Procedimentos:**

- Introdúz no tubo de ensaio com abertura lateral, ou num balão de vidro, cerca de 50 mililitros (50 ml) de sumo de fruta fermentada.
- Acopla ao tubo ou balão um termómetro na parte superior e um condensador na parte lateral, segundo a figura em baixo.
- Leva a aparelhagem montada para a fonte de aquecimento.

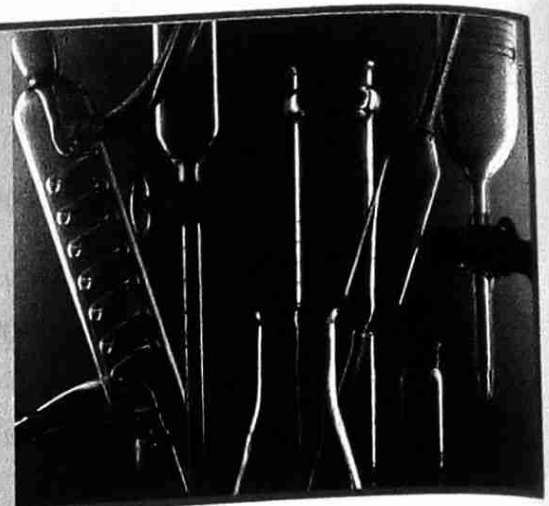


..... Fig. 9 Esquema de obtenção do etanol no laboratório (destilação simples).

# Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- identificar a presença de água na aguardente;
- verificar a volatilidade do álcool;
- produzir álcool no laboratório;
- construir um aparelho de destilação simples;
- manipular correctamente os materiais envolvidos nas experiências e aplicar as regras de higiene e segurança.



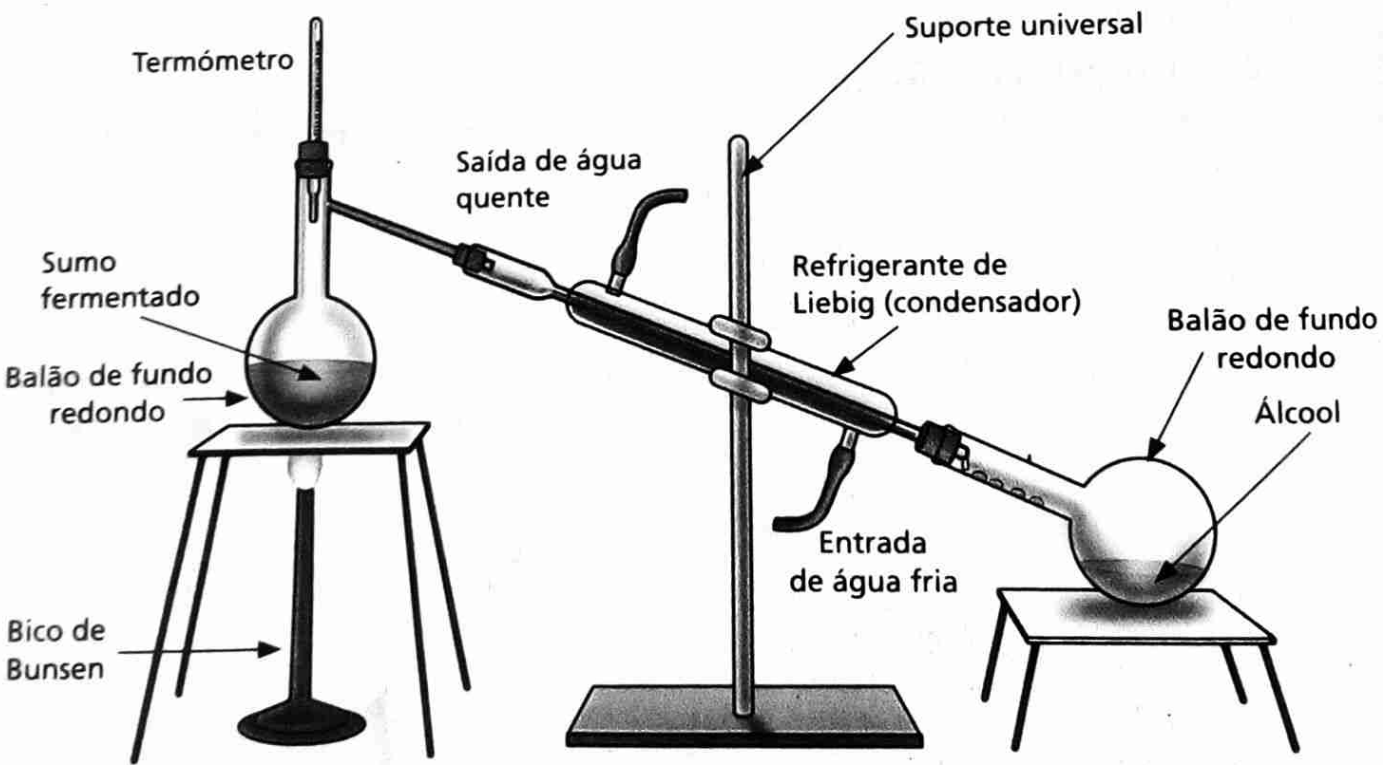
## Experiência I

**Obtenção do etanol a partir de sumos de fruta: laranja, toranja, ananás e outros**

**Material e reagentes:** tubo de ensaio com abertura lateral de 45°, condensador, fonte de calor (fogão), adaptadores, tubo de vidro curvo, água, sumo de fruta fermentado, tubo colector, fósforo e a respectiva caixa, termómetro.

### Procedimentos:

- Introduce no tubo de ensaio com abertura lateral, ou num balão de vidro, cerca de 50 mililitros (50 ml) de sumo de fruta fermentada.
- Acopla ao tubo ou balão um termómetro na parte superior e um condensador na parte lateral, segundo a figura em baixo.
- Leva a aparelhagem montada para a fonte de aquecimento.



..... Fig. 9 Esquema de obtenção do etanol no laboratório (destilação simples).

- Anota as observações.
- Recolhe o destilado e faz a prova de combustibilidade (1.º, 2.º e 3.º destilados).
- Tira conclusões.

## Experiência 2

### Verificação da presença de água na aguardente

**Material e reagentes:** tubos de ensaio normais, seringa, colher de chá ou espátula, sulfato de cobre hidratado ( $\text{CuSO}_4$  anidro), aguardente (etanol comercial), lamparina ou vela, fósforo e a respectiva caixa.

#### Procedimentos:

- Coloca uma espátula ou uma colher de chá de  $\text{CuSO}_4$  anidro num tubo de ensaio.
- De seguida, aquece o tubo de ensaio até a descoloração do  $\text{CuSO}_4$  anidro.
- Introduce metade da substância aquecida num outro tubo de ensaio e adiciona-lhe entre quatro a cinco gotas de aguardente.
- No segundo tubo, adiciona quatro a cinco gotas de água.
- Anota as observações.
- Tira as conclusões.

## Experiência 3

### Verificação da volatilidade do álcool

**Material e reagentes:** dois copos de vidro, um pedaço de pano de algodão branco ou casquinha, aguardente e água.

#### Procedimentos:

- Molha parcialmente uma das extremidades do pano com água e outra extremidade com aguardente (álcool).
- Deixa o pano ao ar livre entre quatro a seis minutos.
- Anota as observações.
- Tira as conclusões.

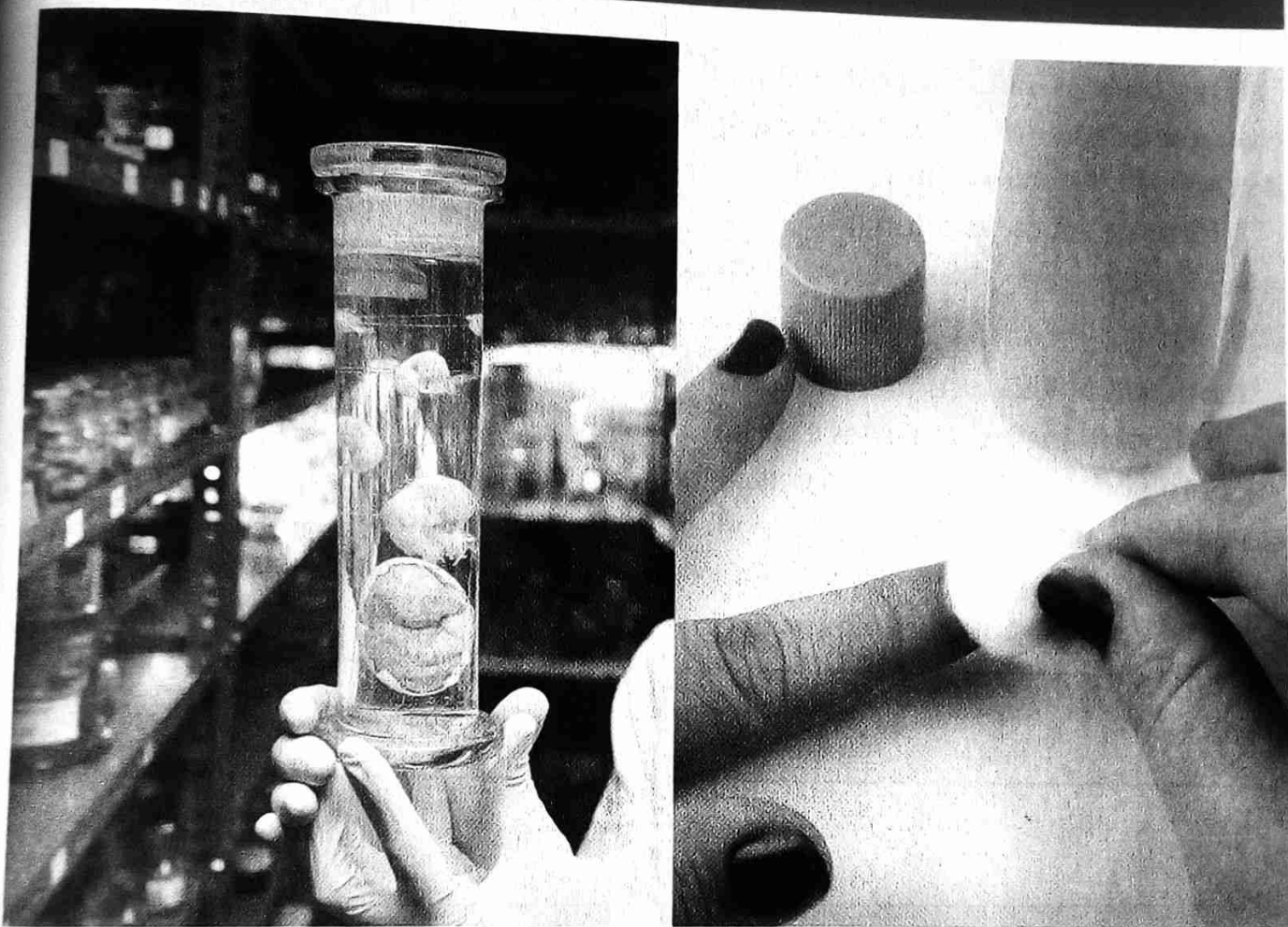
## Vamos reflectir...

1. Quais são as propriedades físicas do etanol?
2. Por que razão arde o produto obtido da destilação de sumo de fruta fermentado?
3. Como é feita a aguardente na tua comunidade ou em casa?
4. Qual é a função do condensador durante a destilação?
5. O que acontece ao  $\text{CuSO}_4$  anidro quando é aquecido?
6. Quais são as aplicações do etanol no quotidiano?

## Vamos lembrar...

- Os álcoois são compostos orgânicos derivados dos hidrocarbonetos saturados pela substituição de um ou mais hidrogénios por hidroxilos (OH).
- Os álcoois que apresentam um grupo OH designam-se monoálcoois; os que contêm mais de um grupo OH são designados poliálcoois.
- Quanto à posição do grupo OH, os álcoois podem ser: primários, secundários e terciários.
- Os álcoois sofrem preferencialmente reacções de substituição e oxidação por agentes oxidantes.
- Da oxidação dos álcoois primários resultam aldeídos e depois ácidos carboxílicos.
- Da oxidação dos álcoois secundários resultam cetonas.
- Os álcoois terciários não se oxidam.
- O etanol, ou álcool comum, é usado no fabrico de bebidas alcoólicas, na produção de tintas, vernizes, perfumes, entre outras aplicações.
- O etanodiol, ou etileno glicol, é usado como anticongelante para os radiadores de automóveis e aviões nos países muito frios.
- O propano triol, ou glicerina, é um poliálcool usado na produção de perfumes, cremes, sabonetes, tintas, explosivos, entre outros.
- O fenol é um ácido orgânico não carboxílico, formado pela substituição de um ou mais átomos de hidrogénio por hidroxilo no anel benzénico. É usado, entre outras utilizações, no fabrico de corantes, medicamentos e explosivos, e como desinfectante.

# Aldeídos e Cetonas



..... Fig. 1 Formol (utilizado, por exemplo, para conservar animais no laboratório – como estes embriões de galinha) e acetona (usada para retirar o verniz das unhas).

Nesta unidade vamos aprender a:

- identificar os aldeídos e as cetonas;
- escrever o nome de um aldeído ou cetona a partir da sua estrutura e vice-versa;
- citar os principais métodos de obtenção dos aldeídos e cetonas e escrever as respectivas equações químicas;
- mencionar as propriedades físicas e aplicações dos aldeídos e cetonas;
- aplicar as regras de higiene e segurança na realização de experiências.

## 5.1 Aldeídos e cetonas

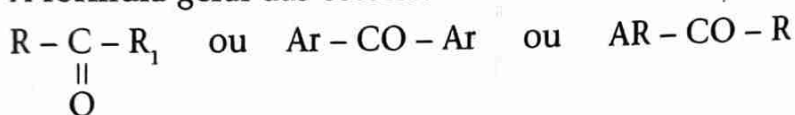
Os aldeídos são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional  $-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ , ou abreviadamente  $-\text{CHO}$ , denominado **formila** ou **aldoxila** e consideram-se resultantes da oxidação moderada dos álcoois primários.

Os aldeídos obedecem à seguinte fórmula geral:  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$  ou  $\text{Ar}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$

Também podem ser representados em forma linear:  $\text{R}-\text{CHO}$  ou  $\text{Ar}-\text{CHO}$ .

Já as cetonas são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ , no qual as duas valências estão ligadas a átomos de carbono. Este grupo funcional é denominado **carbonilo**.

A fórmula geral das cetonas é:



Tanto nos aldeídos como nas cetonas, o R é um radical alquilo, isto é, derivado dos hidrocarbonetos saturados e Ar um radical aromático, como o fenil.

Como podes ver, os aldeídos e as cetonas apresentam o grupo carbonilo  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ . No entanto, nos aldeídos, este grupo é ligado a um átomo de hidrogénio e a um radical que pode ser alquilo, fenilo ou mesmo um átomo de hidrogénio.

A tabela seguinte mostra alguns exemplos.

<b>Aldeídos</b>	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$	Formaldeído ou Metanal	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$	Acetaldeído ou Etanal
<b>Cetonas</b>	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	Dimetil cetona ou Propanona	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Metil etilcetona ou Butanona

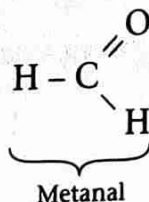
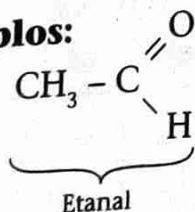
Tabela 1 Alguns exemplos de aldeídos e cetonas.

## 5.2 Aldeídos

### 5.2.1 Nomenclatura IUPAC dos aldeídos

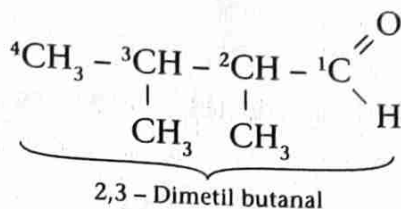
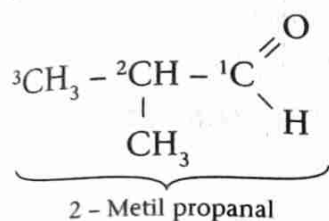
A nomenclatura IUPAC nos aldeídos é feita substituindo a terminação *-ol* do nome do álcool correspondente por *-al*.

**Exemplos:**



Quando a cadeia de carbonos apresenta ramificações, considera-se como principal a que contém o grupo carbonilo, sendo a posição das ramificações indicada por números. O carbono do grupo carbonilo recebe o número 1 (um).

### Exemplos:



## 5.2.2 Nomenclatura usual dos aldeídos

A nomenclatura usual é atribuída pelo nome dos ácidos correspondentes, substituindo-se a palavra «ácido» pelo termo «aldeído» (a nomenclatura dos ácidos será estudada mais adiante).



## 5.2.3 Propriedades físicas e químicas dos aldeídos

### Propriedades físicas dos aldeídos

Apesar de serem compostos neutros, os aldeídos são polares devido ao grupo carbonilo. O primeiro termo da série é gasoso, os seguintes até  $\text{C}_{15}$  são líquidos e os demais são sólidos. São incolores e de cheiro penetrante. À medida que a cadeia carbônica cresce, o cheiro torna-se aromático, agradável. São menos densos do que os álcoois correspondentes. Os primeiros cinco termos são solúveis em água e voláteis. Contudo, à medida que aumenta o número de carbonos, a solubilidade e volatilidade dos compostos vai diminuindo.

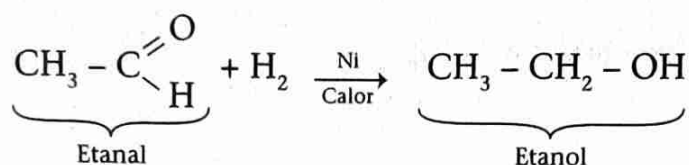
A polaridade do grupo carbonilo é responsável por uma maior temperatura de ebulição em relação aos hidrocarbonetos. Esta é, no entanto, inferior à dos álcoois correspondentes, visto as moléculas dos aldeídos não poderem estabelecer entre elas pontes de hidrogénio. A temperatura de ebulição aumenta com a progressão da cadeia carbônica.

## Propriedades químicas dos aldeídos

Os aldeídos sofrem reacções de redução e de oxidação.

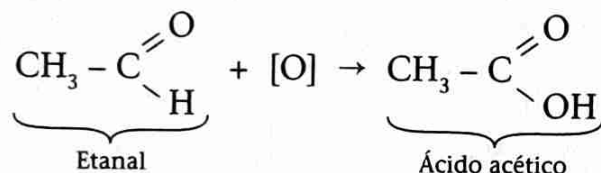
### Reacção de redução

Aos aldeídos adiciona-se hidrogénio ( $H_2$ ) para formar álcoois primários.



### Reacção de oxidação

Aos aldeídos adiciona-se facilmente oxigénio para formar ácidos.

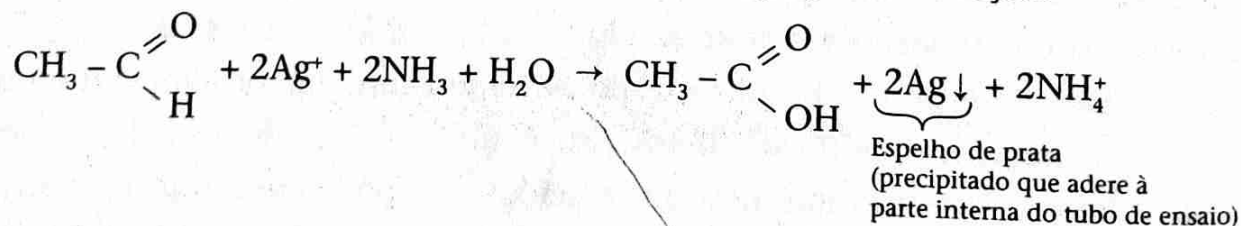


## Reacção de identificação dos aldeídos e cetonas no laboratório

Na identificação dos aldeídos e cetonas, utilizam-se o reactivo de Tollens e o reactivo de Fehling.

### Reactivo de Tollens

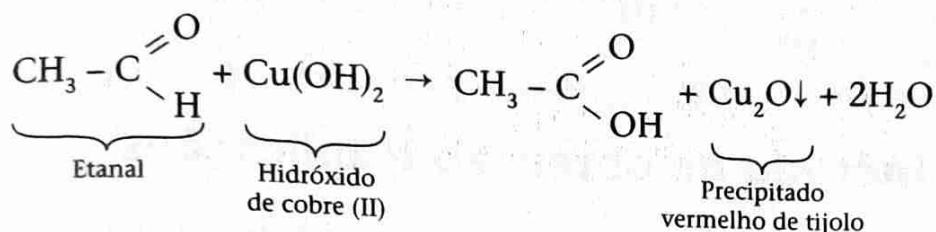
O reactivo de Tollens (ou nitrato de prata amoniacal) é preparado juntando-se solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) com hidróxido de amónio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) em excesso. O reagente inclui um ião diamino-prata  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , que forma o complexo hidróxido de prata amoniacal,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ . É este complexo que é reduzido a prata metálica quando reage com aldeído, segundo a seguinte equação de reacção:



Como se pode observar, durante a redução forma-se um precipitado prateado nas paredes do tubo de ensaio, razão pela qual esta reacção é designada «reacção do espelho de prata».

## Reactivo de Fehling

O reactivo de Fehling é obtido juntando-se partes iguais de duas soluções, uma azul de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e outra incolor, de tartarato de sódio ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ), denominado sal de Seignette, o qual tem como função evitar a precipitação do cobre na forma de  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  e, assim, permitir que a reacção se processe da seguinte forma:



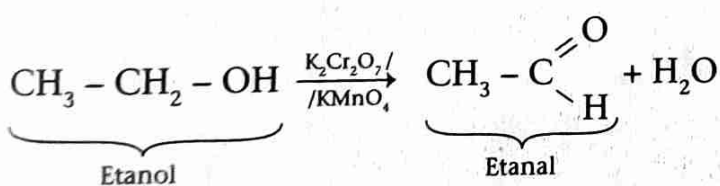
Quando se adicionam às cetonas os reactivos de Tollens e de Fehling, não ocorre reacção. Estes reactivos reagem apenas com os aldeídos, como ilustram as reacções acima, através de reacção de oxidação.

## 5.2.4 Métodos de obtenção dos aldeídos

Quando se adicionam às cetonas, os aldeídos podem ser obtidos através da oxidação dos álcoois primários, pelo processo de Rosenmund e pela redução de ácidos carboxílicos.

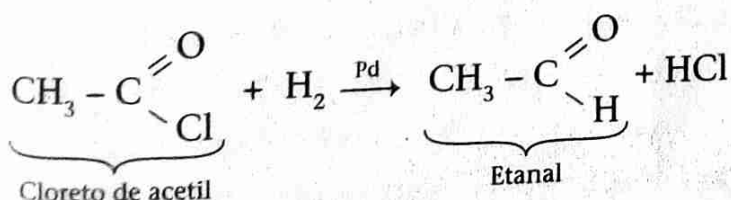
### Oxidação dos álcoois primários

Este processo foi abordado na unidade anterior, quando estudaste as propriedades químicas dos álcoois.



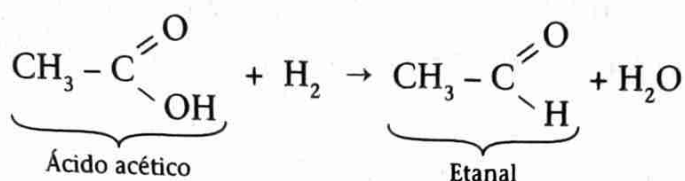
### Processo de Rosenmund

Este processo diz respeito à redução de cloretos de ácidos com  $\text{H}_2$ , em presença de catalisadores de paládio (Pd).



## Redução de ácidos carboxílicos

Sob a acção do  $H_2$ , os ácidos carboxílicos sofrem redução parcial, com a formação de aldeídos, segundo a equação:



### 5.2.5 Metanal: método de obtenção e aplicações

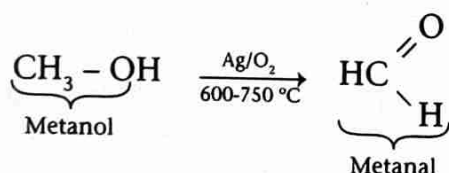
O metanal (aldeído fórmico ou formaldeído) é um gás (P.E. =  $-21^\circ\text{C}$ ) incolor, de cheiro característico e irritante, bastante solúvel em água.

A solução aquosa que lhe é correspondente contém cerca de 40 por cento de formaldeído e é vendida com o nome de formol ou formalina.

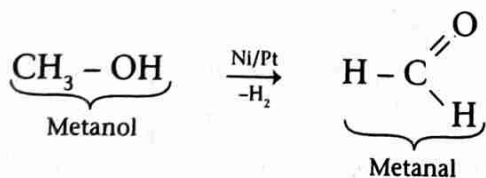
#### Método de obtenção do metanal

O método industrial mais importante de obtenção do metanal consiste na oxidação do metanol. Também pode ser obtido através da desidrogenação do metanal.

#### Oxidação dos álcoois primários



#### Desidrogenação do metanal



#### Aplicações do metanal

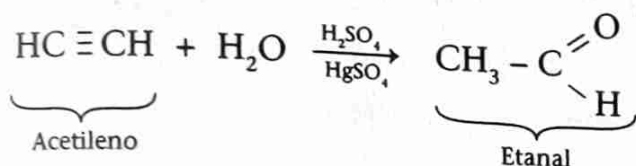
O metanal hidratado é também designado como formol. Este é usado como desinfectante, na conservação de órgãos, no fabrico de plásticos (baquelite), de medicamentos (urotropina), de explosivos (ciclonite), mas também como preservante de madeira, entre outras utilizações que lhe podem ser dadas.

## 5.2.6 Etanal: métodos de obtenção e aplicações

O etanal, aldeído acético ou acetaldeído atinge o seu ponto de ebulição aos 21 °C. O seu estado físico pode, por isso, ser gasoso ou líquido, dependendo das variações da temperatura ambiente. Apresenta um cheiro forte e é solúvel em água.

### Métodos de obtenção do etanal

O etanal é industrialmente preparado por oxidação ou desidrogenação do etanol ou por hidratação do acetileno.



### Aplicações do etanal

No dia-a-dia, o aldeído acético ou etanal é utilizado na produção do ácido acético, acetona, acetato de etilo, plásticos, borracha sintética e outros derivados.

### Saber mais

O que é o perfume?

O perfume é o aroma ou cheiro agradável resultante de uma mistura complexa de substâncias extraídas de plantas e flores e, em alguns casos, de alguns animais selvagens (como o almíscar, por exemplo).

Hoje, os químicos conseguem produzir substâncias sintéticas que, tendo em conta a preservação do ambiente, substituem os aromas naturais. Evita-se, desta forma, os protestos que diversas entidades e organizações ambientalistas têm feito sobre o impacto da actividade humana na Natureza e o seu papel na extinção de muitas espécies animais e vegetais. Além disso, neste contexto, os preços dos perfumes tendem a ser mais acessíveis.

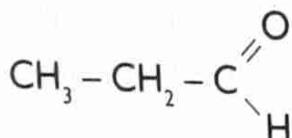


..... Fig. 2 Os químicos produzem substâncias sintéticas que substituem os aromas naturais no fabrico de perfumes.

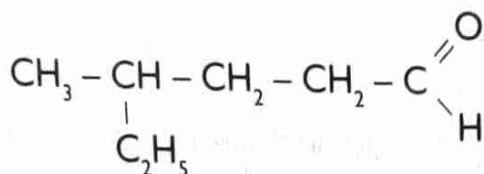
## Actividades

1. Indica os nomes, segundo a IUPAC, dos seguintes compostos:

a)



b)

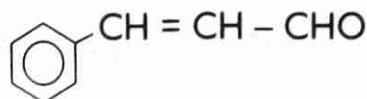


2. Escreve as fórmulas estruturais dos seguintes compostos:

a) pentanal;

b) 3,5 - dimetilhexanal.

3. A que função orgânica pertence a substância representada à direita? Assinala, com X, a resposta correcta.



a) Hidrocarboneto.

b) Fenol.

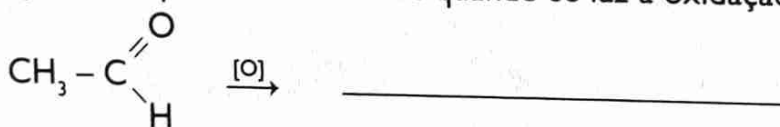
c) Cetona.

d) Aldeído.

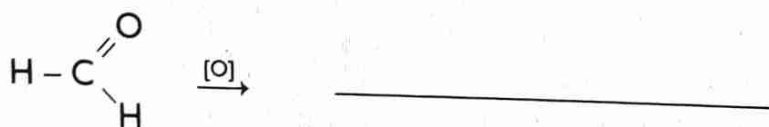
4. Menciona duas semelhanças e duas diferenças entre aldeídos e cetonas.

5. Que produtos podem ser obtidos quando se faz a oxidação de:

a)



b)



6. Escreve o que se verifica quando se adiciona:

a) aldeído + reactivo de Fehling;

b) aldeído + reactivo de Tollens.

7. Um aldeído distingue-se de uma cetona pelo (assinala, com X, a opção correcta):

a) poder corrosivo do aldeído;

b) carácter redutor do aldeído;

c) carácter redutor da cetona;

d) poder corrosivo da cetona.

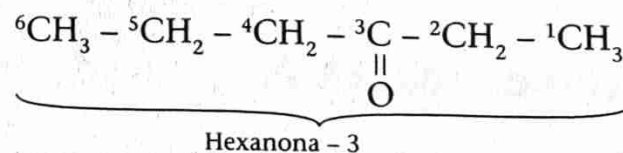
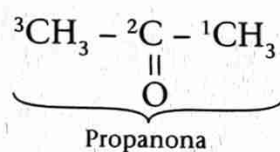
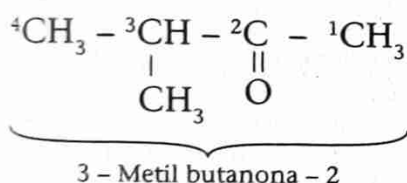
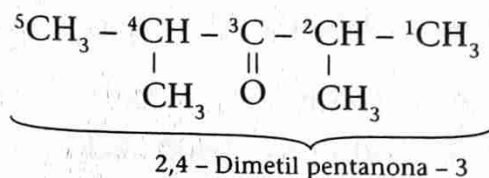
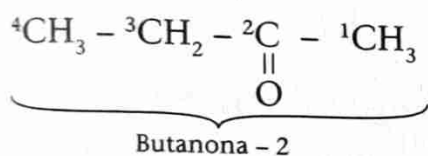
## 5.3 Cetonas

### 5.3.1 Nomenclatura IUPAC das cetonas

Para atribuir a nomenclatura IUPAC às cetonas, devem ser tomadas em consideração as seguintes regras:

1. Identificar a cadeia mais longa que contém o carbonilo ( $\begin{array}{c} -C- \\ || \\ O \end{array}$ ).  
Seguidamente, numerá-la a partir da extremidade mais próxima do mesmo.  
Ao nome do alcano correspondente à cadeia principal dá-se a terminação *-ona*.  
A posição do carbonilo é indicada a seguir ao nome da cadeia principal.
2. Identificar e indicar as posições dos radicais e os respectivos nomes. Estes devem aparecer antes do nome da cadeia principal.

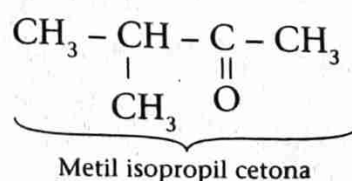
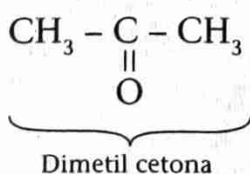
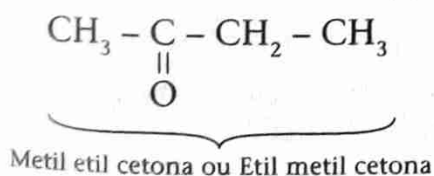
#### Exemplos:



### 5.3.2 Nomenclatura usual das cetonas

Na nomenclatura usual nomeiam-se os radicais que se encontram ligados ao carbonilo e, no fim, acrescenta-se a palavra «cetona».

#### Exemplos:



### 5.3.3 Propriedades físicas e químicas das cetonas

#### Propriedades físicas das cetonas

As cetonas de  $C_3$  até  $C_{10}$  são líquidas, incolores, de cheiro agradável, forte e característico. Devido à polaridade da carbonila, apresentam solubilidade em água, mas, à medida que aumenta a cadeia carbónica, a solubilidade diminui.

As cetonas de massa molecular elevada são sólidas e insolúveis em água.

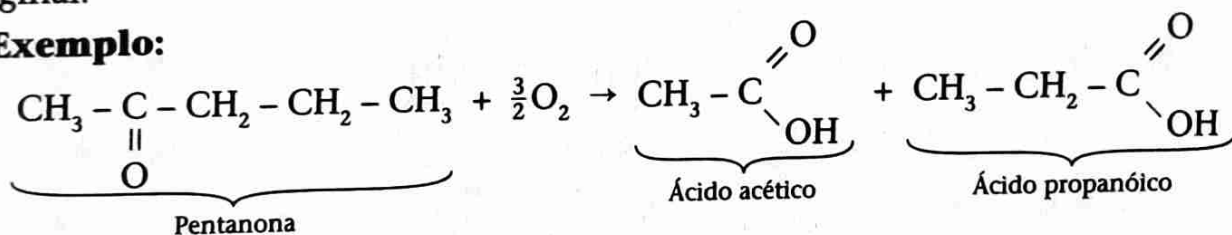
#### Propriedades químicas das cetonas

As cetonas podem sofrer reacções de oxidação e de redução.

#### Reacção de oxidação

As cetonas não são facilmente oxidáveis. Por acção energética, observa-se o rompimento da cadeia, sendo produzidos ácidos de menos carbonos do que na cetona original.

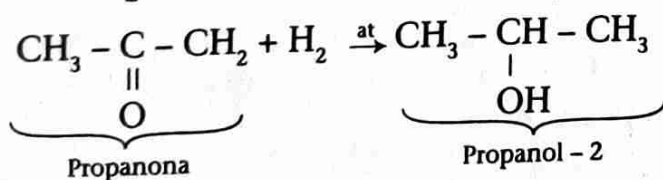
**Exemplo:**



#### Reacção de redução

As cetonas sofrem redução por hidrogenação, quando em presença de catalisadores, com formação dos respectivos álcoois secundários.

**Exemplo:**



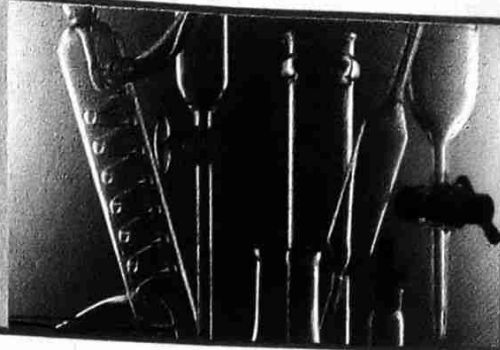




## Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- identificar os aldeídos e as cetonas;
- manipular correctamente os materiais envolvidos nas experiências e aplicar as regras de higiene e segurança.



### Experiência

#### Identificação dos aldeídos e das cetonas

**Material e reagentes:** tubos de ensaio; fonte de calor (bico de gás ou fogão eléctrico, etc.); recipientes para aquecimento (lata, copo de Becker); conta-gotas, pipetas, provetas graduadas ou seringa; formaldeído; acetona; reagente de Tollens; reagente de Fehling.

#### Procedimentos:

##### a) Utilizando o reagente de Tollens:

- Introduce, em dois tubos de ensaio, cerca de cinco mililitros (5 ml) de formaldeído e de acetona, respectivamente.
- Com um conta-gotas, adiciona 10 gotas do reagente de Tollens e agita.
- Em seguida, aquece em banho-maria.
- Anota as observações.

##### b) Utilizando o reagente de Fehling:

- Introduce, em dois tubos de ensaio, cerca de cinco mililitros (5 ml) de formaldeído e de acetona, respectivamente.
- Com um conta-gotas, adiciona 40 gotas (2 ml) do reagente de Fehling e agita.
- Em seguida, aquece em banho-maria.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

## Vamos reflectir...

1. Qual é a diferença entre aldeídos e cetonas?
2. Quais são os reagentes utilizados em laboratórios para diferenciar aldeídos e cetonas?
3. Quais são as aplicações do formol e da propanona no quotidiano?
4. Que cor apresenta o reagente de Tollens?

## Vamos relembrar...

- Os aldeídos são compostos orgânicos que apresentam o grupo carbonilo ( $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ ) ligado ao hidrogénio.
- O grupo funcional dos aldeídos ( $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$ ) chama-se formila ou aldoxila.
- Os aldeídos são obtidos por oxidação dos álcoois primários na presença de catalisadores.
- Os aldeídos sofrem, preferencialmente, reacção de oxidação catalítica e reacção de redução.
- Da oxidação dos aldeídos resultam ácidos carboxílicos.
- As cetonas são compostos orgânicos que apresentam o grupo funcional carbonilo ( $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ ).
- As cetonas e os aldeídos são isómeros de função e são identificados, no laboratório, através dos reagentes de Tollens e de Fehling.

# Ácidos carboxílicos e Ésteres



..... Fig. 1 Sabonetes artesanais.

Nesta unidade vamos aprender a:

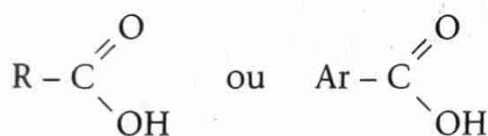
- definir e indicar o grupo funcional dos ácidos carboxílicos e ésteres;
- distinguir e saber utilizar as diferentes nomenclaturas dos ácidos carboxílicos e ésteres (IUPAC e usual);
- enunciar as propriedades físicas e químicas dos ácidos carboxílicos e ésteres e escrever as respectivas equações de reacção;
- explicar, em pormenor, as propriedades e as aplicações do ácido acético e do etanoato de metila como representantes dos ácidos carboxílicos e dos ésteres;
- aplicar as regras de higiene e segurança na realização das experiências.

## 6.1 Ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos são aqueles que apresentam o grupo funcional carboxilo,  $-\text{COOH}$ . Este grupo funcional é uma combinação dos grupos carbonilo ( $\text{C}=\text{O}$ ) e hidroxilo ( $-\text{OH}$ ), estando essa união reflectida na sua designação (carbo + xilo).

O grupo carboxilo exige sempre uma posição terminal, isto é, só pode aparecer em carbonos primários.

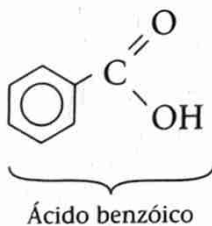
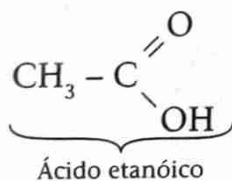
Os ácidos carboxílicos, conforme sejam ácidos alifáticos ou aromáticos, respectivamente, obedecem à seguinte fórmula geral:



Onde: R é o radical derivado dos alcanos, ou átomo de hidrogénio;

Ar é o radical derivado dos aromáticos.

### Exemplos:



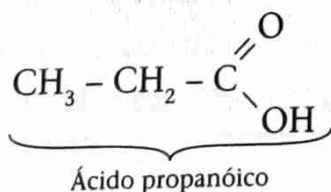
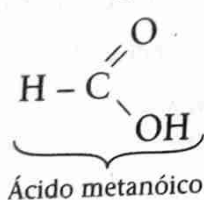
.... Fig. 2 Cristais de ácido cítrico, um dos mais conhecidos ácidos carboxílicos, encontrado nos citrinos, como a laranja, a tangerina, etc.

### 6.1.1 Nomenclatura IUPAC dos ácidos carboxílicos

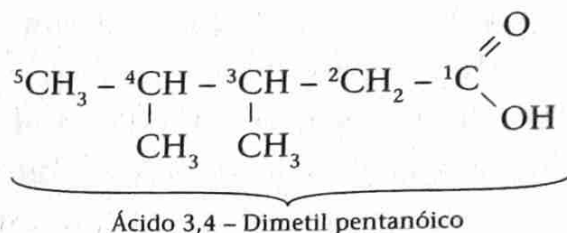
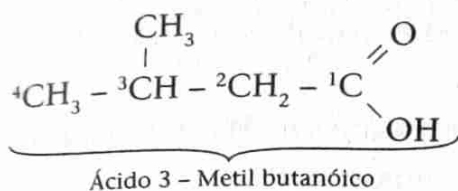
Segundo as regras da nomenclatura IUPAC, na designação de todos os ácidos carboxílicos aparece a palavra «ácido». Aquele sistema estabelece ainda as seguintes regras:

1. Escolhe-se a cadeia mais comprida que inclui o grupo carboxilo. Substitui-se a última letra do nome do alcano correspondente pelo sufixo *-óico*. Para os compostos aromáticos faz-se uma substituição equivalente.

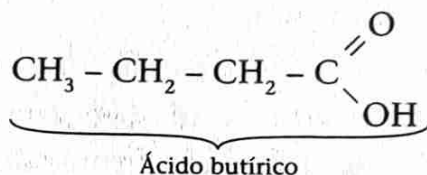
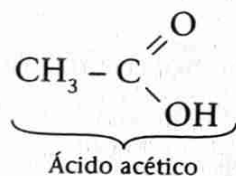
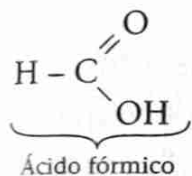
### Exemplos:



2. Indicam-se os átomos de carbono na cadeia, começando pelo grupo carboxilo. Nomeiam-se os radicais e indicam-se as posições dos mesmos.

**Exemplos:****6.1.2 Nomenclatura usual dos ácidos carboxílicos**

A nomenclatura tradicional, mais antiga (e também mais usual), resulta da tradição de dar nomes relacionados com alguma qualidade ou com a origem dos ácidos: por exemplo, ácido fórmico, por encontrar-se nas formigas; ácido butírico, por encontrar-se na manteiga (do Latim «*butirum*»); ácido valérico, da planta valeriana; ácido cítrico do limão (*citrus*); ácido palmítico, das palmeiras; ácido oléico, dos óleos, etc.

**Exemplo:****6.1.3 Propriedades físicas e químicas dos ácidos carboxílicos**

## Propriedades físicas dos ácidos carboxílicos

A tabela seguinte descreve, resumidamente, as propriedades físicas dos ácidos carboxílicos.

Ácido	P.F. (°C)	P.E. (°C)	Solubilidade g/100 g de H <sub>2</sub> O
Fórmico	8,4	100,6	00
Acético	16,6	118,2	00
Propanóico	-22	141,8	00
Butírico*	-8	163,5	00
Valérico	-34,5	187	3,3
Hexanóico	-1,5	205	1,0
Heptanóico	-9	223	<1,0
Octanóico	16	237	<1,0
Palmítico	64	390	insolúvel

Tabela 1 Propriedades físicas dos ácidos carboxílicos.

Os dados da tabela anterior mostram que os quatro primeiros ácidos da série (fórmico, acético, propanóico e butírico) são líquidos (voláteis, de cheiro forte e irritante) solúveis na água em todas as proporções.

A partir de C<sub>5</sub> a solubilidade em água diminui com o aumento da cadeia carbónica.

Nota que, na estrutura de um ácido carboxílico, temos:



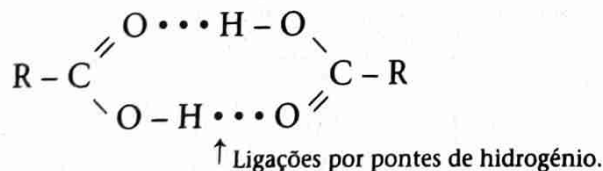
Neste caso, a maior ou menor solubilidade em água dependerá do comprimento da cadeia e do número de carboxilos existentes na molécula. O grupo -OH dos ácidos é mais fortemente polarizado do que o dos álcoois. O átomo de oxigénio do grupo carbonilo (C=O) aumenta muito a polarização da ligação -OH, por indução electrostática (efeito indutivo).

Como o grupo -OH dos ácidos é mais fortemente polarizado do que o dos álcoois, as pontes de hidrogénio entre as moléculas dos ácidos são mais fortes do que entre as moléculas dos álcoois. Neste caso, os ácidos são menos voláteis (P.E. mais alto) do que os álcoois de massa equivalente, como se pode verificar na tabela seguinte.

Ácido	P.E. (°C)	Álcool	P.E. (°C)
H-COOH	100,6	CH <sub>3</sub> OH	64,8
CH <sub>3</sub> COOH	118,2	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	78,5
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	141,8	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	97,4

Tabela 2 Volatilidade de ácidos e álcoois.

Esta diferença é motivada pela formação de pontes de hidrogénio duplas entre duas moléculas do ácido, conforme o esquema:



## Propriedades químicas dos ácidos carboxílicos

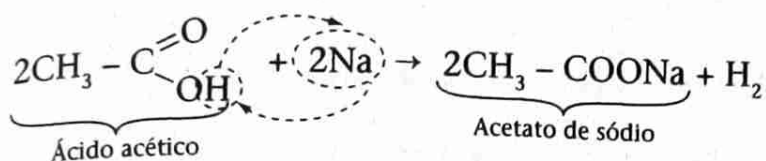
Os ácidos carboxílicos apresentam as propriedades gerais das substâncias ácidas, pois avermelham o papel azul de tornesol e mantêm incolor a fenolftaleína tornada rosa por uma base. Porém, ao contrário dos ácidos inorgânicos, os ácidos carboxílicos são, em geral, ácidos fracos.



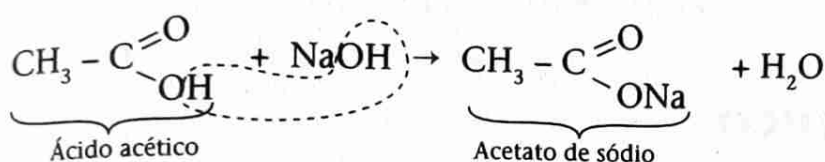
## Reacção com metais activos e com bases (neutralização)

Os ácidos carboxílicos reagem com as bases e com os metais da mesma maneira que os ácidos inorgânicos.

### Reacção com metais activos

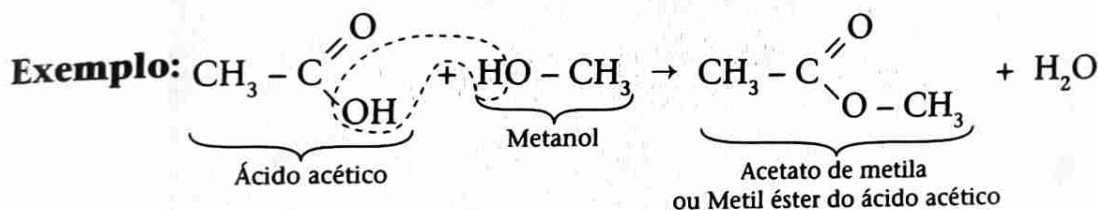


### Reacção com bases (neutralização)



### Reacção com álcoois (esterificação)

Esta reacção denomina-se **esterificação**, pois observa-se a formação de ésteres. Ocorre entre o OH do ácido e o H do hidroxilo do álcool, formando água.



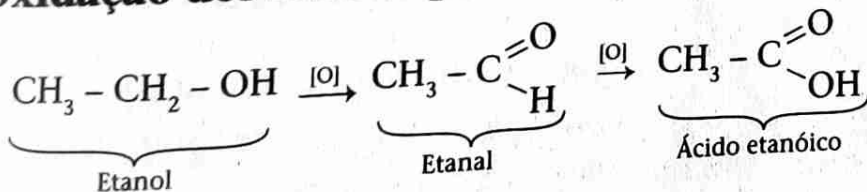
## 6.1.4 Métodos de obtenção dos ácidos carboxílicos

Os principais métodos de obtenção garantem-se através de reacções de oxidação e de hidrólise.

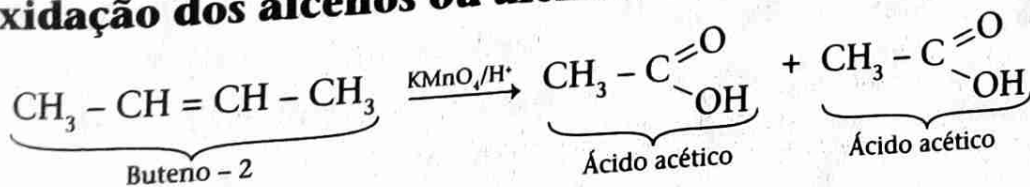
### Reacções de oxidação

Estas reacções foram analisadas nas unidades anteriores.

#### Oxidação dos álcoois primários e aldeídos



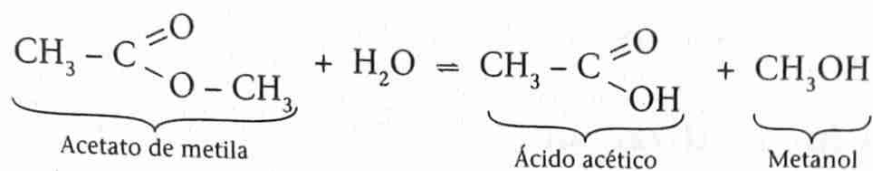
#### Oxidação dos alcenos ou alcinos



## Reacções de hidrólise

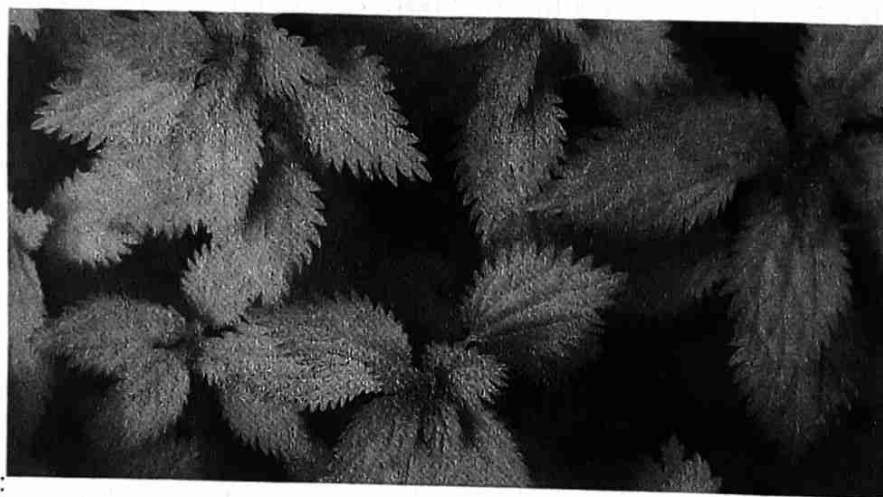
A reacção de hidrólise, que ocorre de forma contrária à da esterificação, consiste na quebra das ligações na molécula de um éster pela acção da água, produzindo ácido carboxílico e álcool. Constitui, desta maneira, um equilíbrio químico.

### Hidrólise de ésteres



## 6.2 Ácido fórmico

O ácido fórmico, ou ácido metanóico, é um líquido incolor, cáustico, de cheiro forte e irritante. Encontra-se no veneno das abelhas, em várias plantas (urtigas) e em certas formigas vermelhas, das quais deriva o seu nome comum.



..... Fig. 3 O ácido fórmico está presente na Natureza (por exemplo, nas urtigas).

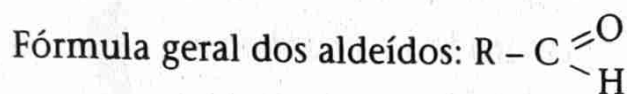
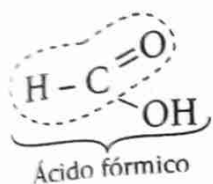
### 6.2.1 Métodos de obtenção do ácido fórmico

O ácido fórmico é industrialmente preparado a partir do formiato de sódio. Este, por sua vez, é produzido pela acção do monóxido de carbono sobre a soda cáustica, (ou hidróxido de sódio), cujo esquema de reacção é o que se segue:



## 6.2.2 Propriedades químicas do ácido fórmico

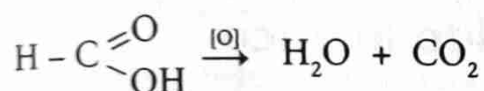
Examinando a estrutura do ácido fórmico, percebemos que ele tem algumas semelhanças com os aldeídos: tal como nestes, o carbono do ácido fórmico tem uma ligação simples com o hidrogénio e uma ligação dupla com um oxigénio.



Esta estrutura confere-lhe uma reactividade especial, próxima da dos aldeídos e diferente da dos demais ácidos, isto é, oxida-se facilmente e decompõe-se por aquecimento.

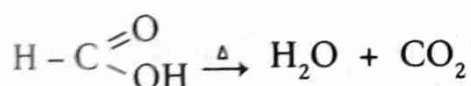
### Reacção de oxidação

Oxidação fácil (é redutor) por meio de  $\text{KMnO}_4$  ou  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .



### Reacção de decomposição

Decomposição por aquecimento.



Nos laboratórios, esta reacção é realizada utilizando como catalisador o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (reacção de desidratação). É usada para a produção de monóxido de carbono.

## 6.2.3 Aplicações do ácido fórmico

As principais aplicações do ácido fórmico englobam: como mordente (a substância que fixa o corante nas fibras) em tinturaria; no fabrico de ácido oxálico; no tratamento medicinal do reumatismo (por meio de fricções com solução de ácido fórmico); na preparação laboratorial de monóxido de carbono, entre outras.



..... Fig. 4 O ácido fórmico é usado para fixar os corantes nas fibras dos tecidos.

## 6.3 Ácido acético

O ácido acético, ou ácido etanóico, é aquele que podemos encontrar no vinagre (numa percentagem que pode oscilar entre os seis e os dez por cento). Quando puro (isento de água), o ácido acético é um líquido incolor, de cheiro forte, penetrante e característico, que congela a 16,7 °C, tomando o aspecto de gelo. Desta característica deriva o nome de ácido acético glacial que é atribuído ao ácido acético puro. É solúvel em água em todas as suas proporções.

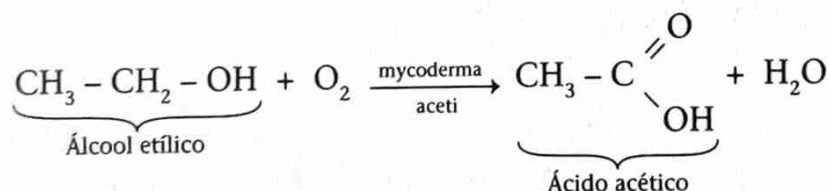


..... Fig. 5 Ácido acético cristalizado.

### 6.3.1 Métodos de obtenção do ácido acético

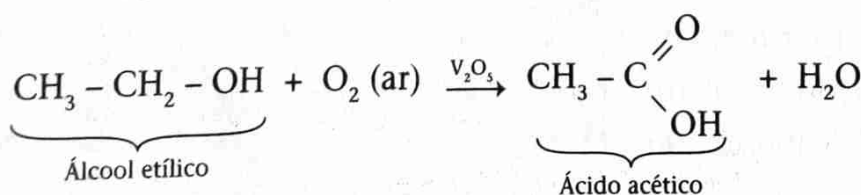
Os processos industriais de obtenção do ácido acético a partir do álcool etílico são: a oxidação por fermentação e a oxidação catalítica.

#### A partir do álcool etílico: oxidação por fermentação



Esta é também conhecida como fermentação acética, isto é, aquela que ocorre na transformação do vinho em vinagre, contendo entre seis a dez por cento de ácido acético, além de outros compostos que se formam nas várias fases de fermentação e que lhe atribuem um cheiro e um sabor especial.

#### Oxidação catalítica



## 6.3.2 Aplicações do ácido acético

Entre as principais aplicações do ácido acético, destacam-se as seguintes: no processo de obtenção de acetatos de metais, os quais são muito usados em laboratórios como reagentes (acetato de sódio, acetato de chumbo, etc.); na obtenção dos ésteres, como acetato de metila, acetato de etila, etc.; na obtenção de anidrido acético e cloretos de acetila de grande aplicação em sínteses orgânicas (reacção de acetilação); na sua utilização enquanto condimento, na alimentação, em forma de vinagre; no fabrico de acetona, entre outras.

### Actividades

1. O que são ácidos carboxílicos?
  - 1.1 Qual é o grupo funcional destes compostos?
2. De que depende a maior ou menor solubilidade de um ácido carboxílico em água?
3. Por que razão o ponto de ebulição dos ácidos carboxílicos é mais alto do que o dos álcoois correspondentes?
4. Assinala a resposta correcta com X.
  - 4.1 As reacções de oxidação que produzem ácidos carboxílicos são:
 

a) oxidação de álcoois e aldeídos;	<input type="checkbox"/>
b) oxidação de alcenos e aldeídos;	<input type="checkbox"/>
c) oxidação de alcinos e álcoois;	<input type="checkbox"/>
d) oxidação de alcanos e aromáticos.	<input type="checkbox"/>
  - 4.2 O ácido fórmico tem uma reactividade semelhante à dos aldeídos, porque:
 

a) apresenta o grupo carbonilo;	<input type="checkbox"/>
b) apresenta o grupo carboxílico;	<input type="checkbox"/>
c) apresenta o grupo carboxílico e álcool;	<input type="checkbox"/>
d) apresenta o grupo das ligações simples e duplas.	<input type="checkbox"/>
5. Quando uma garrafa de vinho é deixada aberta, o conteúdo vai-se transformando em vinagre, por oxidação bacteriana aeróbia, que se pode representar por:
 
$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$$
  - 5.1 O produto intermédio da transformação do álcool do vinho no ácido acético do vinagre é (assinala, com X, a hipótese correcta):
 

a) uma cetona;	<input type="checkbox"/>
b) um éster;	<input type="checkbox"/>
c) um aldeído;	<input type="checkbox"/>
d) um fenol.	<input type="checkbox"/>

6. Assinala a resposta correcta com X.

6.1 O ácido fórmico é oficialmente conhecido como:

- a) ácido etanóico;
- b) ácido metílico;
- c) ácido metanóico;
- d) ácido metalonóico.


6.2 A fórmula molecular do ácido fórmico é:

- |                       |                          |                        |                          |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| a) CH <sub>2</sub> O; | <input type="checkbox"/> | c) H <sub>3</sub> CO;  | <input type="checkbox"/> |
| b) C <sub>2</sub> OH; | <input type="checkbox"/> | d) CH <sub>3</sub> OH. | <input type="checkbox"/> |

6.3 O ácido acético é usado como:

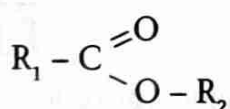
- a) condimento em forma de vinagre;
- b) combustível para automóveis;
- c) insecticida para matar insectos;
- d) adubo para agricultura.


## 6.4 Ésteres

Os ésteres são compostos que resultam da combinação de um álcool ou fenol com um ácido carboxílico, a qual origina a libertação de uma molécula de água.

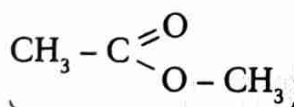
Os ésteres apresentam a seguinte fórmula geral:



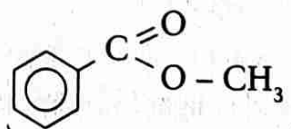
Onde: R<sub>1</sub> - COO é um radical de ácido carboxílico (alquil ou aromático);

R<sub>2</sub> é um radical derivado de um álcool.

**Exemplos:**



Acetato de metila

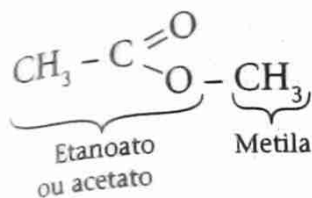


Benzoato de metila

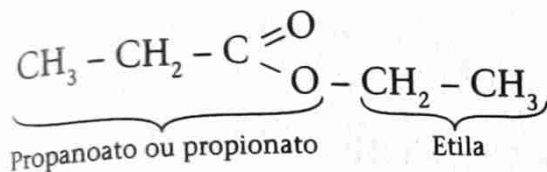
### 6.4.1 Nomenclatura dos ésteres

Os ésteres são considerados compostos análogos dos sais. Como sais do ácido e do grupo alcoólico, na sua designação interpõe-se a preposição «de». Assim, indica-se primeiro o ácido correspondente, substituindo-se o sufixo *-óico* (de ácido) por *-ato*. De seguida, adiciona-se o nome do radical do ácido. Entre as duas palavras coloca-se a preposição «de».

## Exemplos:



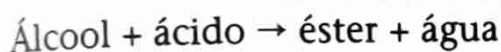
IUPAC: Etanoato de metila  
Usual: Acetato de metila



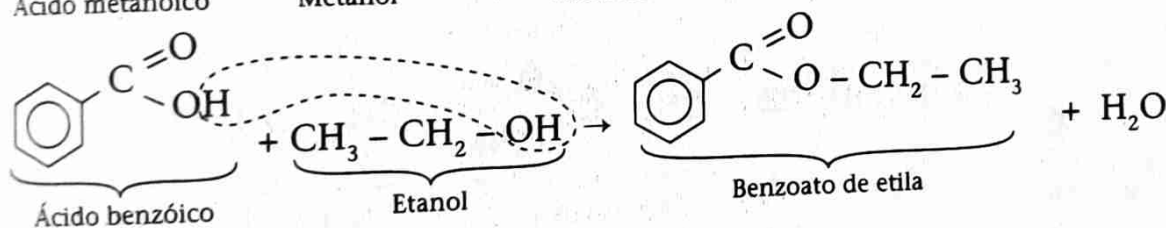
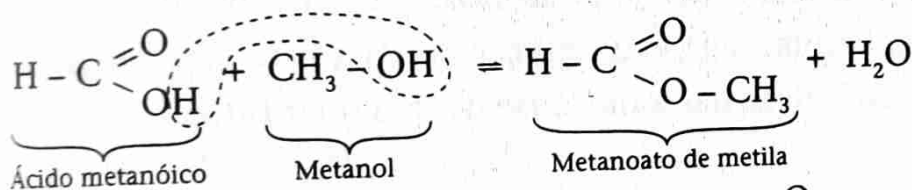
IUPAC: Propanoato de etila  
Usual: Propionato de etila

## 6.4.2 Métodos de obtenção dos ésteres

Como já deves saber, os ésteres são compostos que se podem obter a partir da reacção de esterificação, ou seja, aquela em que se combinam um ácido e um álcool. Observa a sua representação nos esquemas seguintes:



### Exemplos:



## 6.4.3 Propriedades físicas e químicas dos ésteres

### Propriedades físicas dos ésteres

Os ésteres de massa molecular baixa são líquidos incolores e de cheiro agradável. À medida que a massa molecular (cadeia carbónica) aumenta, transformam-se em líquidos oleosos (óleos) e/ou sólidos (gorduras e ceras).

### Propriedades químicas

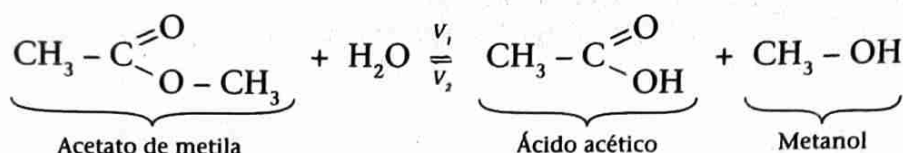
Os ésteres sofrem, em particular, reacções de hidrólise.

## Reacções de hidrólise

Os ésteres reagem em água, quer em meio ácido, quer em meio básico, formando os álcoois e os ácidos (ou sais) correspondentes.

### Hidrólise ácida

**Exemplo:**

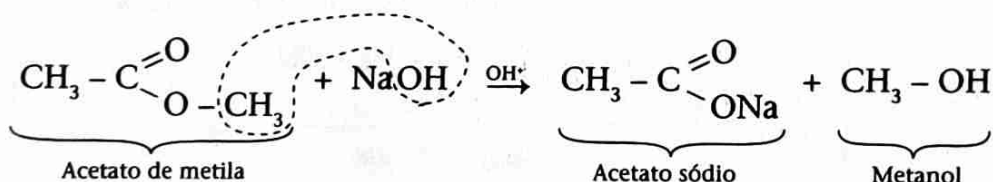


Este equilíbrio significa que a reacção é incompleta, isto é, tem uma reversibilidade dinâmica. Assim, num determinado intervalo de tempo, a reacção ocorre à mesma velocidade ( $V_1 = V_2$ ) nos dois sentidos.

### Hidrólise básica (saponificação)

Se a hidrólise alcalina for efectuada com éster de ácido gordo, obter-se-á um sal de ácido gordo, que recebe o nome genérico de **sabão**. Por este motivo, a hidrólise alcalina era originalmente denominada «saponificação». Hoje em dia, esta palavra tornou-se um termo geral para designar a hidrólise de qualquer tipo de éster.

**Exemplo:**



Na hidrólise alcalina, a base actua, não como catalisador, mas como reagente no processo. A reacção é completa e, portanto, o equilíbrio é deslocado para o lado direito.

## 6.4.4 Aplicações dos ésteres

A esta classe de compostos orgânicos pertencem muitos óleos e gorduras, tanto de origem vegetal como animal. Alguns ésteres são líquidos de cheiro agradável, com aplicação na indústria de perfumaria. Os ésteres de baixo peso molecular integram a composição de essências vegetais, razão pela qual são usados como sabões e aromas artificiais em doces, rebuçados, gelados, bebidas, etc.

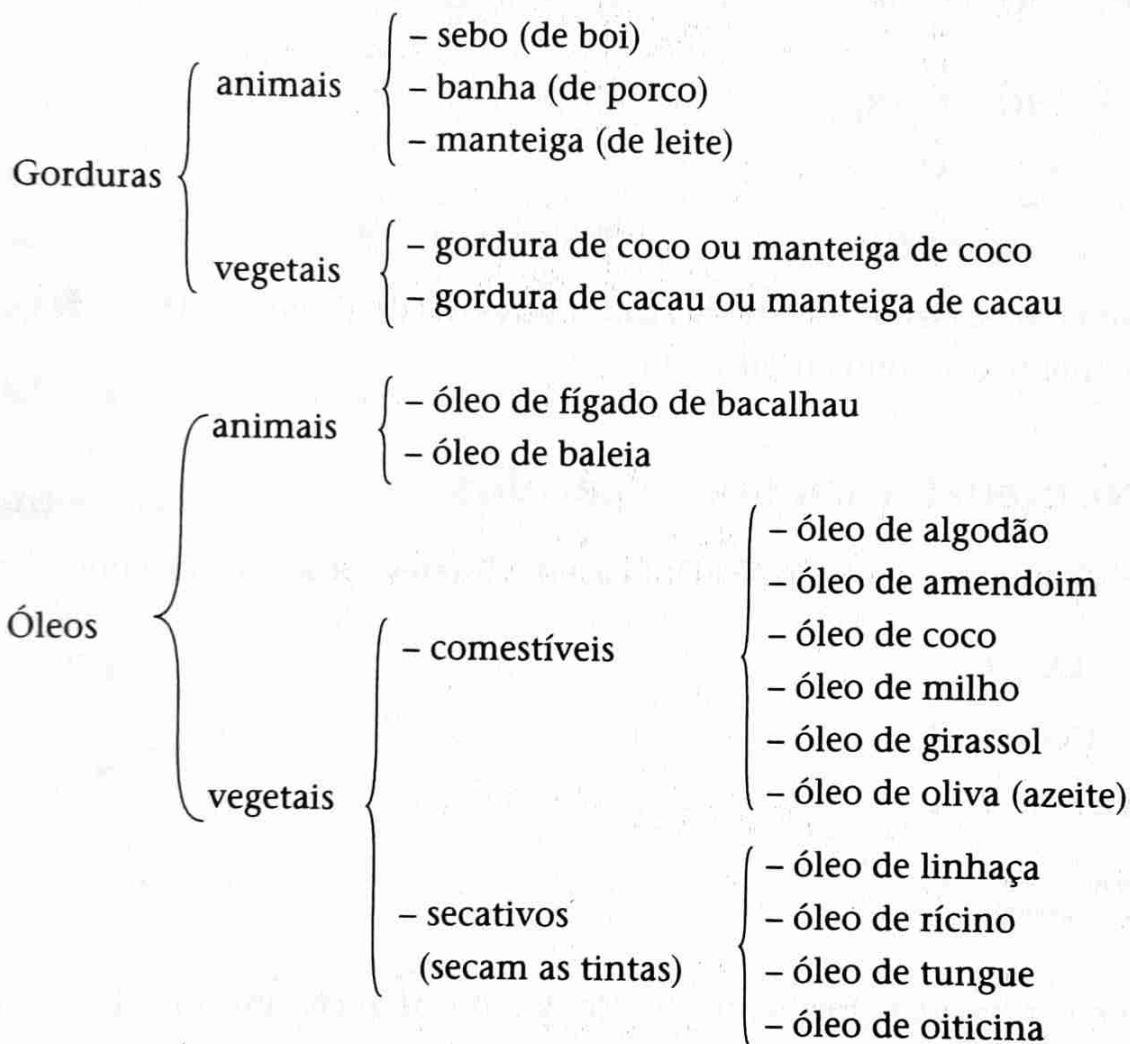


## 6.5.2 Classificação dos glicéridos

Os glicéridos classificam-se de acordo com o estado físico, em:

- óleos – quando são líquidos em condições ambientais;
- gorduras – quando são sólidos em condições ambientais.

### Principais óleos e gorduras animais e vegetais



## 6.5.3 Propriedades químicas dos glicéridos

No que respeita à sua composição química, os óleos são formados, principalmente, por ésteres de ácidos insaturados, enquanto as gorduras são formadas por ésteres de ácidos saturados.

Quanto mais insaturado for o glicérido, mais baixo será o seu ponto de fusão. Por isso, os óleos têm ponto de fusão mais baixo do que as gorduras. Deste modo, os ésteres do glicerol com ácido esteárico ou palmítico são sólidos e o éster do glicerol com ácido oléico é líquido.

### 6.5.4 Efeito das gorduras no organismo

Os glicéridos (óleos e gorduras) são alimentos muito importantes para o nosso organismo. No estômago e nos intestinos existem enzimas, lipases, que catalisam a hidrólise dos glicéridos com a formação da glicerina e de ácidos gordos. Nesse processo participam também os sais biliares, produzidos pelo fígado, que auxiliam a dispersão das gorduras, em particular das coloidais, actuando como verdadeiros detergentes. No processo do metabolismo, o nosso organismo dá três destinos à glicerina e aos ácidos gordos:

- reagrupa-os em moléculas mais complexas, que constituirão as células;
- queima-os para obter energia;
- armazena-os, sob a forma de novas moléculas, nos tecidos adiposos do organismo (o que, ocorrendo em excesso, leva uma pessoa a engordar).

#### Saber mais

A gordura é um material de reserva do nosso organismo; a sua queima é mais difícil do que a dos hidratos de carbono já que estes possuem moléculas mais simples do que os lípidos. No nosso organismo as reacções são muito selectivas, pois a medicina provou que gorduras saturadas, como a banha de porco, a manteiga, etc., provocam o entupimento nas artérias, a chamada aterosclerose. Os isómeros *trans* dos ácidos insaturados, presentes no nosso organismo, provocam mais entupimentos nas artérias do que os seus isómeros *cis*.

Por esta razão, as indústrias alimentares têm adoptado, nos últimos tempos, determinadas precauções no fabrico de margarinas e outros alimentos processados, para impedir a formação de isómeros *trans* de ácidos insaturados, como, por exemplo:

- hidrogenar o óleo para saturar todas as ligações duplas;
- evitar que, pelo aquecimento necessário ao processo, o isómero *cis* se transforme em *trans*, pelas razões atrás mencionadas.

### 6.6 Sabões e detergentes

Devido à sua constituição química, os sabões e os detergentes possuem a propriedade de detergir, isto é, os seus reagentes têm a capacidade de se misturar com a água de modo a conseguir remover partículas de gordura ou de sujidade de uma maneira mais eficaz.



Fig. 6 Os sabões e detergentes são aplicados na limpeza doméstica e industrial.

Os sabões são formados por moléculas que possuem uma cadeia carbónica longa (apolar) e solúvel em gorduras, e pelo grupo carboxilo  $-COOH$ , que é polar e solúvel em água.

A reacção entre o sabão e a água pode representar-se esquematicamente como ilustra a figura 7.

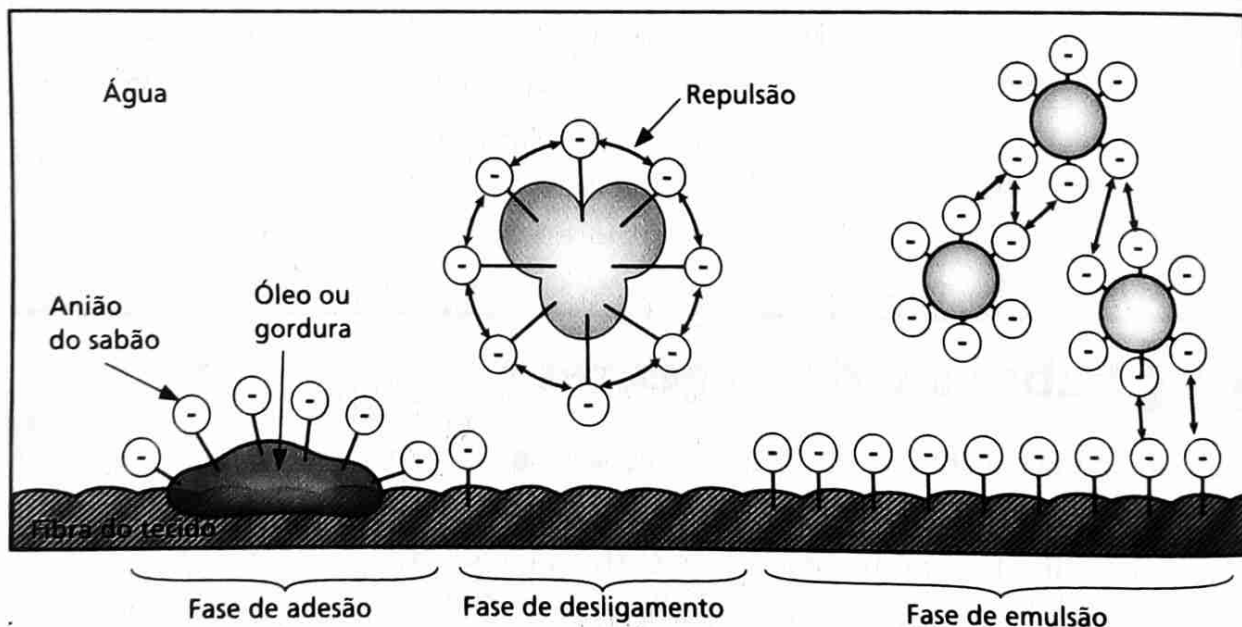


..... Fig. 7 Representação esquemática do sabão.

A acção dos sabões na limpeza das mãos e da roupa, entre outras, ocorre obedecendo às seguintes etapas:

- adesão – diminuem a tensão da água, de modo a que esta possa «molhar melhor» os materiais (daí os sabões serem designados como substâncias tensioactivas);
- desligamento (ou coalescência) – concentração de partículas de óleo ou gordura em micelas coloidais, que se mantêm dispersas na água (daí os sabões serem considerados substâncias emulsionantes ou surfactantes).
- emulsão – impedem o reagrupamento das moléculas, que ficam protegidas por uma película e afastam-se por repulsão de cargas eléctricas.

O esquema abaixo ilustra a explicação dada nas três etapas:



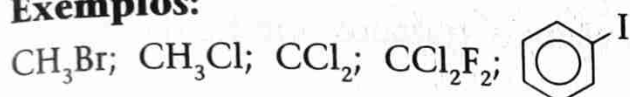
..... Fig. 8 Etapas de acção do sabão.

Do esquema anterior, observa-se que a partícula do óleo ou da gordura fica envolvida nas partes apolares do sabão. As partes polares do sabão permanecem na água, tornando solúvel a partícula gordurosa. Assim, estamos perante uma situação na qual o semelhante dissolve o semelhante.

## 6.7 Reacções de transformação entre hidrocarbonetos derivados halogenados ou haletos orgânicos

Os haletos orgânicos são compostos derivados de compostos orgânicos pela troca de um ou mais hidrogénios por halogénios – F, Cl, Br, I – representados genericamente por «X».

### Exemplos:



Os haletos orgânicos classificam-se em fluoretos, cloretos, brometos, iodetos ou mistos, conforme os halogénios presentes na molécula.

### 6.7.1 Propriedades químicas dos haletos orgânicos

Os haletos orgânicos são muito reactivos e, a partir deles, podemos sintetizar todas as outras funções orgânicas. Porém, um dos problemas das reacções dos haletos orgânicos é que se destinam à preparação de produtos de preço elevado, tais como medicamentos, corantes especiais e outros.

Estes compostos obedecem à seguinte ordem de reactividade:

iodetos > brometos > cloretos > fluoretos.

Como se pode ver, a reactividade diminui dos iodetos para os fluoretos, porque do iodo para o flúor aumenta a energia de ligação carbono-halogénio (C-X).

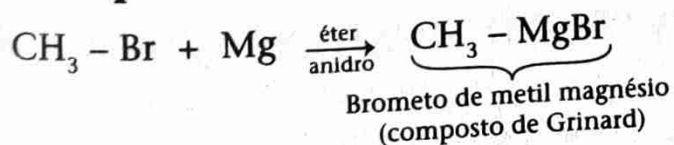
De igual modo, a reactividade diminui pela seguinte ordem:

haletos terciários > haletos secundários > haletos primários > haletos de metila.

### Reacção com magnésio

Os derivados mono-halogenados dos hidrocarbonetos dissolvidos em éter adicionam magnésio metálico, formando os compostos de Grinard, que têm maior aplicação na síntese orgânica.

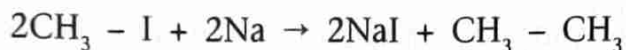
#### Exemplo:



## Reacção com sódio (síntese de Wurtz)

O sódio reage com derivados halogenados, dando origem a hidrocarbonetos de maior cadeia carbónica.

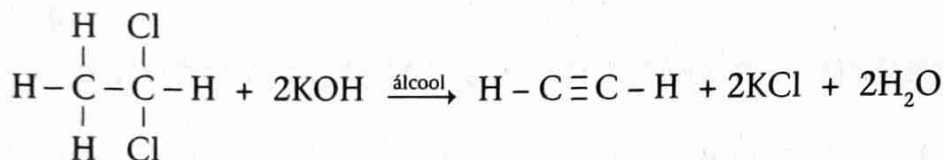
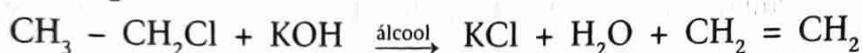
### Exemplo:



## Reacção com KOH/álcool

Os derivados di-halogenados gémeos, ou vicinais, tratados com KOH em solução alcoólica formam alquinos.

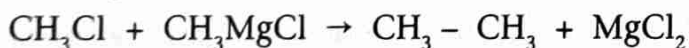
### Exemplos:



## Reacção com composto de Grinard

Os compostos R - Mg - X foram obtidos, pela primeira vez, pelo químico francês Victor Grinard, em 1901. Estes compostos foram muito úteis para as sínteses orgânicas.

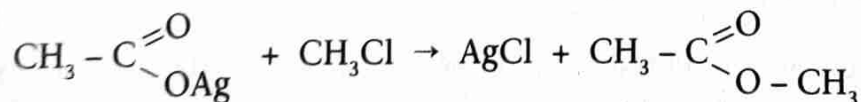
### Exemplo:



## Reacção com sal de prata

Esta reacção é importante como método de obtenção dos ésteres.

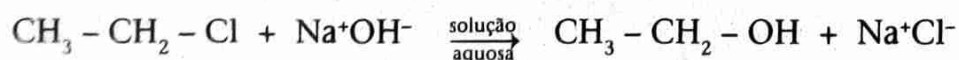
### Exemplo:



## Reacção de substituição nucleofílica

Os haletos orgânicos primários tratados com bases fortes, em solução aquosa, são hidrolisados, dando álcoois.

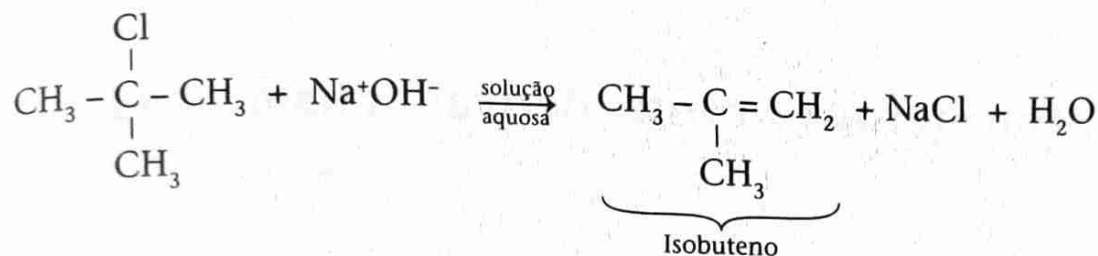
### Exemplo:



## Reacção de eliminação de HX

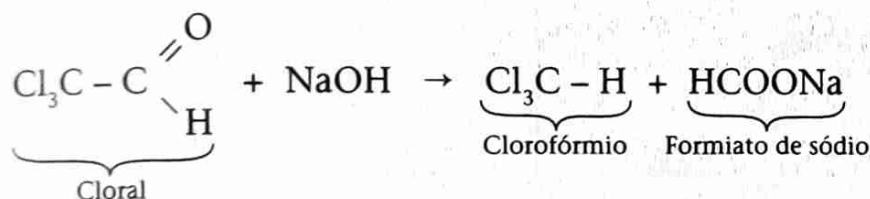
Os haleto orgânicos terciários, nas mesmas condições, dão a reacção de eliminação de HX.

### Exemplo:



## Clorofórmio: definição, características gerais, método de obtenção e aplicações

O clorofórmio é um líquido incolor, volátil, de cheiro agradável, insolúvel na água e mais denso do que esta. Obtém-se fazendo reagir o cloral com NaOH.

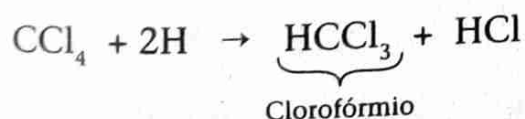


O clorofórmio aplica-se como dissolvente orgânico, na indústria e no laboratório. Usa-se como anestésico e na obtenção de isonitrilos.

## Tetracloroeto de carbono: características gerais e aplicações

O **tetracloroeto de carbono** é um líquido incolor, de cheiro agradável e semelhante ao do clorofórmio, insolúvel na água e mais denso do que esta. Aplica-se como dissolvente orgânico; na fabricação do clorofórmio; nos extintores de incêndios, pois os seus vapores são muito densos e não-inflamáveis; e na medicina, no tratamento do amarelão.

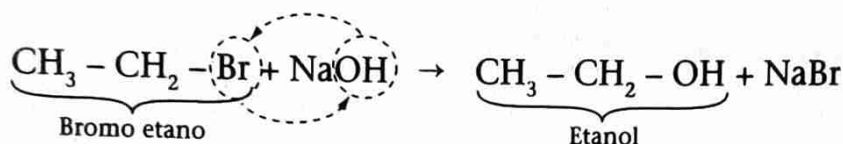
Reage com o hidrogénio, segundo a equação de reacção:



Este é considerado o processo moderno de obtenção do clorofórmio.

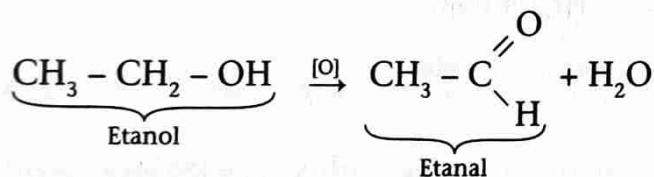
## 6.8 Reacções de transformação entre derivados halogenados, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e ésteres

### Reacção de transformação entre derivados halogenados e álcoois

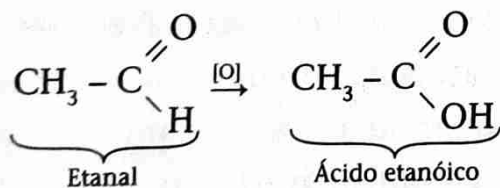


### Reacção de transformação entre álcoois primários e aldeídos

Os álcoois primários transformam-se em aldeídos por reacções de oxidação, como estudado nas unidades anteriores.

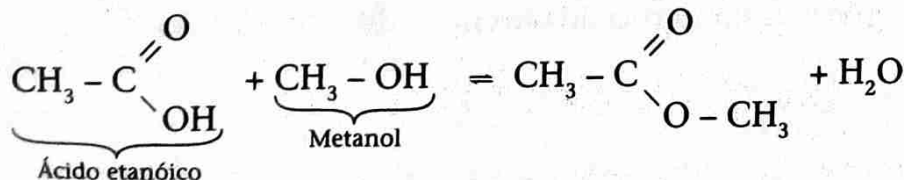


### Reacção de transformação entre aldeídos e ácidos carboxílicos



### Reacção de transformação entre ácidos carboxílicos e cetonas

A reacção de transformação ocorre entre um ácido carboxílico e um álcool.



## Actividades

1. Assinala com X a fórmula geral dos ésteres:

- a)  $R - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - H$
- b)  $R_1 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - R_2$
- c)  $R - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - H$
- d)  $R - OH$

2. Observa as colunas abaixo:

I. $CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{ }}{CH} - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - H$	a) Álcool	(i) 2 - Metil propanal
II. $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - CH_3$	b) Cetona	(ii) 2 - Metil propanol
III. $CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - CH_3$	c) Éster	(iii) Propanoato de etila (iv) Propanoato de metila
IV. $CH_3 - CH_2 - O - CH_3$	d) Aldeído	(v) Ácido 2 - metil propanóico

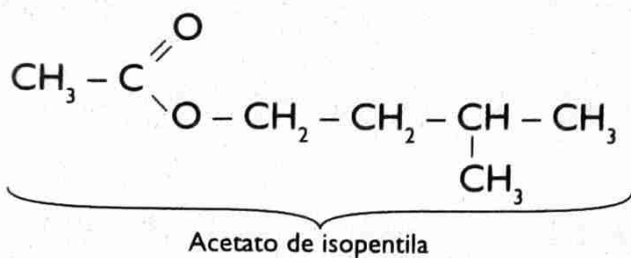
2.1 A opção que mostra a única correspondência certa é (assinala a opção correcta):

- a) I, a), (i);
- b) III, d), (v);
- c) II, c), (iv);
- d) IV, b), (ii).

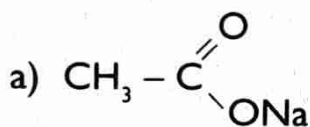
3. Obtém-se o éster propanoato de etila na reacção de (assinala a opção correcta):

- a) propeno com etanol, na presença de catalisador heterogéneo;
- b) etanol com ácido propanóico, catalisada por ácido;
- c) propanol - I com ácido acético, catalisada por ácido;
- d) desidratação de etanol, catalisada por  $H_2SO_4$ .

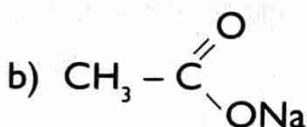
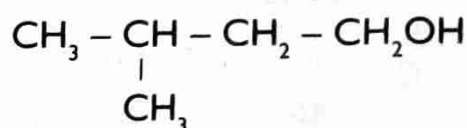
4. Os ésteres são responsáveis pelo sabor de muitos frutos, flores e aromatizantes artificiais. O cheiro e o sabor do acetato de isopentila são semelhantes aos da banana.



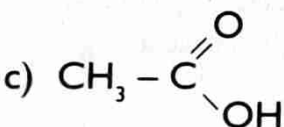
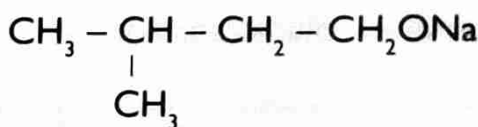
- 4.1 Se, numa reacção de saponificação, esse composto orgânico reagir com NaOH, os compostos obtidos são (assinala, com X, a hipótese correcta):



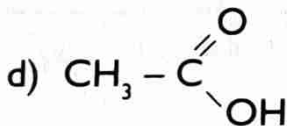
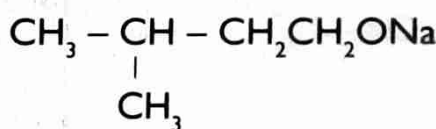
e



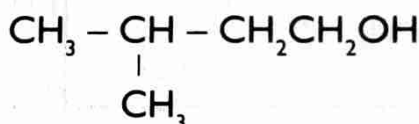
e



e



e



5. O ácido fórmico pode ser obtido por hidrólise de formiato de butila.

5.1 Escreve a equação da reacção.

6. O que são glicéridos?

7. Qual é a diferença entre óleos e gorduras?

8. Um composto alimentar rico em triglicéridos saturados é (escolhe a opção correcta):

a) a gordura animal;

b) o óleo vegetal;

c) a proteína de soja;

d) a abóbora.

9. O que são haletos orgânicos?

10. Indica o método de obtenção do:

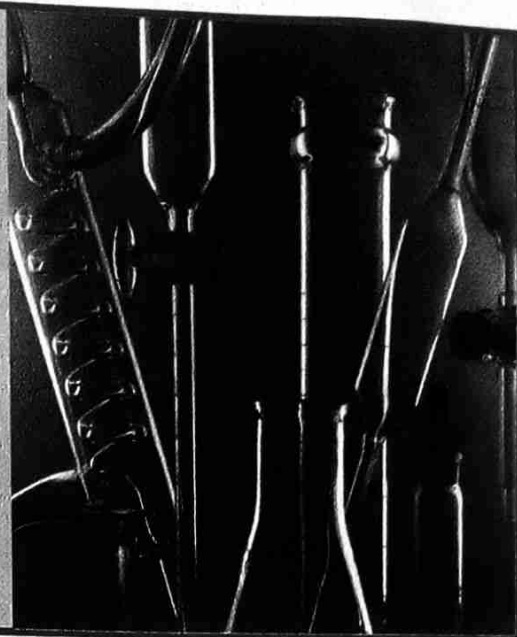
a) clorofórmio;

b) tetracloreto de carbono.

## Vamos experimentar...

Nestas experiências, vais aprender a:

- verificar a acção do vinagre sobre a casca de ovo;
- verificar a acção do vinagre sobre a solução de sabão;
- verificar a acção do vinagre sobre a palha-de-aço;
- produzir os ésteres;
- manipular correctamente os materiais envolvidos nas experiências e aplicar as regras de higiene e segurança.



### Experiência 1

#### Acção do vinagre sobre a casca do ovo

**Materiais e reagentes:** tubo de ensaio ou garrafa plástica; tubo de vidro curvo ou mangueira de borracha ou ainda tubo de esferográfica; vinagre branco, casca de ovo; hidróxido de bário ou de cálcio.

#### Procedimentos:

- Introdúz, num tubo de ensaio com abertura lateral (ou uma garrafa plástica vazia), cerca de cinco gramas (5 g) de casca de ovo moída.
- Sobrepõe-lhe, aproximadamente, cinco mililitros (5 ml) de vinagre branco.
- Acopla ao tubo de ensaio um tubo de vidro curvo (ou uma mangueira) e mergulha a outra extremidade numa solução de hidróxido de bário. Atenção, pois a reacção é rápida.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

### Experiência 2

#### Acção do vinagre sobre a solução básica de sabão

**Materiais e reagentes:** tubo de ensaio ou garrafa plástica; conta-gotas, etiquetas; vinagre branco, solução de sabão.

#### Procedimentos:

- Introdúz, num tubo de ensaio, cerca de cinco mililitros (5 ml) da solução de vinagre.
- Adiciona, gota a gota, a solução de sabão.
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

### Experiência 3

#### Acção do vinagre sobre a palha-de-aço

**Materiais e reagentes:** tubo de ensaio, conta-gotas; palha-de-aço, vinagre branco.

**Procedimentos:**

- Introduce, num tubo de ensaio, uma porção de palha-de-aço.
- Adiciona, gota a gota, a solução de vinagre branco e deixa repousar durante algum tempo (15 minutos, aproximadamente).
- Anota as observações.
- Tira conclusões.

### Experiência 4

#### Formação de ésteres

**Materiais e reagentes:** tubo de ensaio, fonte de calor (bico de gás, fogão eléctrico, etc.), conta-gotas; etanol, ácido sulfúrico concentrado.

**Procedimentos:**

- Introduce, num tubo de ensaio, 5 gotas de etanol.
- Acrescenta-lhe 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado. (Atenção! O ácido é corrosivo.)
- Aquece suavemente o tubo de ensaio, com a chama de uma vela. (Atenção: não aproximes muito o tubo da chama.)
- Anota as observações.
- Tira conclusões.



## Vamos reflectir...

1. Qual é a cor que toma a palha-de-aço depois de entrar em contacto com a solução de vinagre? Justifica.
2. Qual é a composição química da casca de ovo?
3. Como classificas a reacção química que ocorre entre a solução de sabão e o vinagre branco?
4. Quais são as propriedades físicas dos ésteres?

## Vamos lembrar...

- Os ácidos carboxílicos são compostos orgânicos que apresentam o grupo funcional carboxilo ( $-\text{COOH}$ ).
- Os ácidos carboxílicos reagem preferencialmente com álcoois e metais activos.
- O ácido acético é encontrado no vinagre, numa percentagem que varia entre seis a dez por cento.
- Os ésteres são compostos orgânicos que resultam da combinação entre um álcool e um ácido carboxílico. Esta reacção denomina-se esterificação.
- Os ésteres sofrem reacção de hidrólise, originando álcoois e ácidos carboxílicos.

## Bibliografia

- AICHINGER, Ernesto Christiano e MANGE, Gitla de Carvalho, *Química Básica I – Orgânica*, São Paulo, Editora P.U., 1980.
- BONNER, William A. e CASTRO, Albert, *Química Orgânica Básica*, Madrid, Editorial Universidade Alhambra, 1990.
- CARVALHO, Geraldo Camargo de, *Iniciação à Química Orgânica Moderna*, São Paulo, distribuição Livraria Nobel S.A.
- FELTRE, Ricardo, *Química Orgânica – Volume 3, 5.ª edição revista e ampliada*, Editora Moderna, 1998.
- LEMBO, António e SARDELLA, António, *Química – Volume 3, 5.ª edição revista e ampliada*, São Paulo, ÁTICA, 1981.
- MACEDO, Ricardo, *Manual de Higiene de Trabalho na Indústria*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- MAGALHÃES, Alice Maria e TOMÁS, Túlio Lopes, *Compêndio de Química – 7.º ano*, Dep. Empresa Literária Fluminense.
- MORRISON, Robert T. e BOYD, Robert N., *Química Orgânica*, 13.ª ed., Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- SILVA, João José R. Fraústo da, *Introdução à Química da Vida*, Lisboa, edição Universidade Nova de Lisboa, 1985.
- SIMÕES, José et al, *Guia do Laboratório de Química e Bioquímica*, Lisboa, 2000.
- SKOOG, Douglas A., *Fundamentos de Química Analítica*, São Paulo, 2008.
- SOLOMONS, T.W. Graham, *Química Orgânica 1*, 4.ª ed., São Paulo, L.T.C. Editora, 1982.
- SOLOMONS, T.W. Graham, *Química Orgânica 2 e 3*, 3.ª ed., São Paulo, L.T.C. Editora, 1983.
- VOGEL, A. I., *Química Analítica Qualitativa*, 5.ª ed., São Paulo, Mestre Jou, 1982.

# SIMBOLOS DA REPUBLICA DE MOÇAMBIQUE

Bandeira



Emblema



## Hino Nacional

Pátria Amada

Na memória da África e do mundo  
Pátria bela dos que buscam  
Moçambique a teu nome é liberdade  
O sol do norte para sempre brilhará.

## Coro

Moçambique nossa terra gira  
Pedra a pedra construindo a liberdade  
Lhões de brancos, e a sã  
Pátria amada varre a face.

Do vento do firmamento Apúio  
E os frutos do umbau para paz  
Cresce a semente onde a vida se cria  
E vai tornando a certeza a harmonia.

Flores brotarão no chão da liberdade  
Pelos montes, pelos rios pela vida  
Nós juramos por ti, Moçambique  
Nenhum tirano nos irá escravizar.

