

---

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Instituto de Engenharia, Ciência e Tecnologia  
Avenida Manoel Bandejas, 460, Janaúba - MG - Brasil  
[www.ufvjm.edu.br](http://www.ufvjm.edu.br)

---



Idealizadora e Coordenadora  
Profa. Dra. Patrícia Nirlane da Costa Souza

Vice-Coordenador  
Prof. Dr. Thiago de Lima Prado



## Corpo editorial

### Editor Chefe

Prof. Dr. Thiago de Lima Prado

### Coordenadores

Daniel Pereira Ribeiro  
Vagner Carvalho Fernandes

### Editores na Área de Física

Prof. Dr. Jean Carlos Coelho Felipe  
Prof. Dr. Fabiano Alan Serafim Ferrari  
Prof. Dr. Thiago de Lima Prado  
Prof. Dr. Ananias Borges Alencar

### Colaboradores em Física

Hudson Vinícios Tavares Mineiro  
Vitor Bruno de Sá  
Francelly Emilly Lucas  
Mariana Tainná Silva Souza  
Mathaus Henrique da Silva Alves  
Daniel Pereira Ribeiro  
Deybson Lucas Romualdo Silva

### Editores na Área de Matemática

Prof. Msc. Carlos Henrique Alves Costa  
Prof. Msc. Edson do Nascimento Neres Júnior  
Prof. Msc. João de Deus Oliveira Junior  
Prof. Msc. Fabrício Figueredo Monção  
Prof. Msc. Patrícia Teixeira Sampaio

### Colaboradores em Matemática

David Miguel Soares Junior  
Farley Adriani Batista Caldeira  
Hudson Vinícios Tavares Mineiro  
Jhonatan do Amparo Madureira  
Josimar Dantas Botelho  
Lucimar Soares Dias  
Matheus Correia Guimarães  
Thiago Silva  
Vitor Bruno de Sá  
Vitor Hugo Souza Leal

### Editores na Área de Biologia

Profa. Dra. Patrícia Nirlane da Costa Souza  
Prof. Dr. Max Pereira Gonçalves  
Profa. Estefânia Conceição Apolinário

### Colaboradores em Biologia

Mathaus Henrique da Silva Alves  
Jordana de Jesus Silva  
Anny Mayara Souza Santos  
Tarcísio Michael Ferreira Soares  
Gabriel Antunes de Souza  
Joselândio Correa Santos  
Matheus Jorge Santana Versiani

### Editores na Área de Química

Prof. Dr. Prof. Dr. Luciano Pereira Rodrigues  
Prof. Dr. Luiz Roberto Marques Albuquerque  
Profa. Dra. Karla Aparecida Guimarães Gusmão

### Colaboradores em Química

Deybson Lucas  
Juliano Antunes de Souza  
Lucimar Soares Dias  
Luiz Gustavo  
Vagner Carvalho Fernandes  
Nailma de Jesus Martins  
Karine Silva  
Paulo Silva  
Kahmmelly Mathildes Pimenta Coelho

# Capítulo 1

## Química

### Seção 1.1

#### Compostos de Carbono

##### Subseção 1.1.1

##### Átomo de Carbono

O carbono é o elemento básico para o estudo da química orgânica. Localizado no grupo 14 (família IVA), o carbono possui seis elétrons, sendo quatro destes localizados em sua camada de valência. Desta forma, o carbono, tetravalente, realiza quatro ligações covalentes para adquirir sua estabilidade química. Pode-se ligar com outros átomos de carbono, encadeando-se, para formar inúmeros tipos de cadeias. O átomo de carbono se liga ao hidrogênio e, a outros elementos comuns em compostos orgânicos como o oxigênio (O), nitrogênio (N), enxofre (S), halogênios (Cl, Br, F, I), etc.

##### Subseção 1.1.2

##### Estrutura

O carbono forma estruturas tetraédricas. Nestas estruturas, o átomo de carbono localiza-se no centro de tetraedros regulares e seus ligantes ocupam os vértices. As ligações formam, entre si, ângulos de  $109,5^\circ$ , como ilustrado abaixo. Esta é a angulação mais estável para estruturas contendo carbono. Em cadeias cíclicas, as ligações entre carbonos apresentam ângulos inferiores a  $109,5^\circ$ , o que as tornam mais fracas.

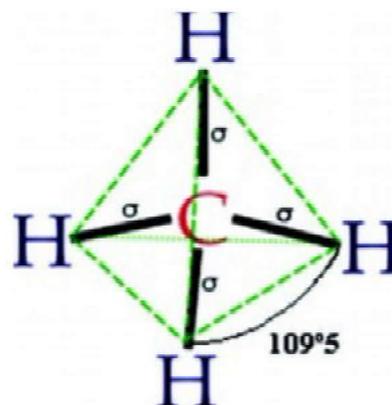


Figura 1.1: Estrutura tetraédrica do metano (FOTO: Colégio Qi)

##### Subseção 1.1.3

##### Tipo de Ligação

O carbono realiza ligações do tipo covalente com ametais (C, O, S, Cl, Br, I, F, etc.) e hidrogênio. Estas ligações podem ser do tipo  $\sigma$  ou  $\pi$  de acordo com o entrosamento de orbitais na realização da ligação. Quando essas ligações forem realizadas por interpenetração de orbitais no mesmo eixo de ligação, a ligação será do tipo  $\sigma$ ; quando a ligação for realizada por interação de orbitais p paralelos entre si, a ligação realizada será do tipo  $\pi$ .

É simples e importante prever quando dois átomos unidos por ligação covalente fazem ligação do tipo  $\sigma$  ou  $\pi$ .

Regra:

- Ligações simples são do tipo  $\sigma$
- Em ligações duplas, uma das ligações é do tipo  $\sigma$  e a adicional é do tipo  $\pi$
- No caso de ligação tripla, uma das ligações é do tipo  $\sigma$  e duas são do tipo  $\pi$ .

Exemplo:

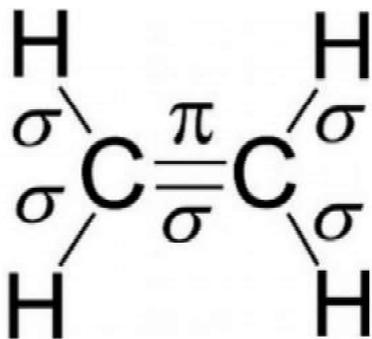


Figura 1.2: Eteno: ligações  $\sigma$  e  $\pi$  (Foto: Colégio Qi).

Repare que, nesta molécula, existe uma ligação dupla, que contém uma ligação  $\pi$  e uma  $\sigma$ , e quatro ligações  $\sigma$  carbono-hidrogênio.

### Subseção 1.1.4

#### Hibridização

O átomo de carbono, a exemplo de B e Be, sofre hibridização ao se ligar para adquirir a estabilidade química (configuração similar à de um gás nobre).

Entendamos melhor a hibridização do carbono: as ligações covalentes normais são realizadas por emparelhamento de elétrons. Para isto, o elétron deve estar desemparelhado em seu orbital.

Ao realizarmos a distribuição eletrônica por orbitais do carbono percebemos, no subnível p, a presença de dois orbitais p com elétrons desemparelhados e um “vazio” (sem chances de ligação por emparelhamento de elétrons). Note as distribuições eletrônicas, por subníveis e por orbitais, do carbono:

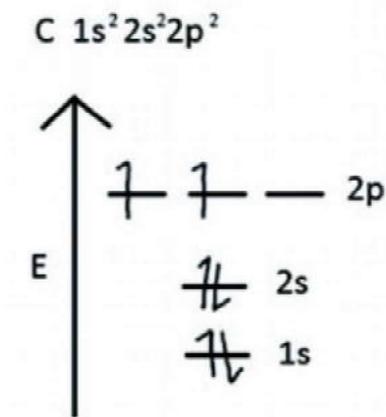


Figura 1.3: Distribuições eletrônicas, por subníveis e orbitais, do carbono (FOTO: Colégio Qi)

Para aumentar as possibilidades de ligação, o átomo de carbono sofre o processo de hibridização, onde orbitais s e p se fundem para aumentar as possibilidades de ligação com o aumento do número de elétrons desemparelhados já que um dos elétrons do subnível s se deslocará para o novo orbital formado. Por exemplo, para realizar quatro ligações simples, fundem-se um orbital s com três orbitais p, originando quatro orbitais iguais  $sp^3$ , cada um com um elétron desemparelhado em seu orbital e passível de emparelhamento de elétrons (ligação).

Ao realizar ligações duplas e triplas, a quantidade de orbitais hibridizados é igual ao número de ligações  $\sigma$  realizadas pelo átomo. As ligações  $\pi$  são realizadas entre orbitais p e não entre orbitais hibridizados.

Exemplo de hibridização  $sp^2$ :

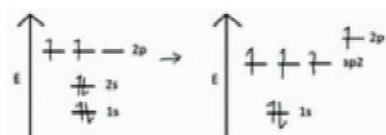


Figura 1.4: Hibridização  $sp^2$  do carbono (Foto: Colégio Qi)

A tabela abaixo relaciona a quantidade de ligações  $\sigma$  e  $\pi$  com o tipo de hibridização do carbono.

Relação entre ligações do carbono e seu tipo de hibridização		
Ligações carbono	no	Hibridização
4 $\sigma$		$sp^3$
3 $\sigma$ e 1 $\pi$		$sp^2$
2 $\sigma$ e 2 $\pi$		$sp$

Repare que apenas pelo número de ligações  $\pi$  é possível inferir o tipo de hibridização do carbono.

Exemplos:



Figura 1.5: Hibridização dos átomos de carbono (Foto: Colégio Qi)

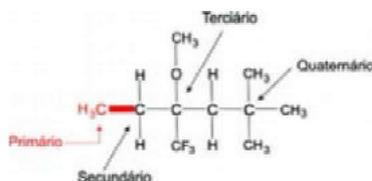
### Subseção 1.1.5

#### *Classificações do Carbono*

O carbono pode ser classificado de acordo com o número de ligações que realiza com outros átomos de carbono. As classificações são realizadas da seguinte maneira:

- Carbono primário: liga-se a um átomo de carbono.
- Carbono secundário: liga-se a dois átomos de carbono.
- Carbono terciário: liga-se a três átomos de carbono.
- Carbono quaternário: liga-se a quatro átomos de carbono.

Exemplo:



**Figura 1.6:** Classificações do carbono (Foto: Colégio Qi)

Note na figura a presença de carbonos dos quatro tipos mencionados. O carbono primário, em geral carbonos terminais, liga-se apenas ao átomo de carbono localizado à sua direita; Os carbonos secundário, terciário e quaternário ligam-se a 2, 3 e 4 átomos de carbono, respectivamente.

## Seção 1.2

### *Principais Funções Orgânicas*

A Química Orgânica possui funções orgânicas que são grupos de compostos orgânicos que possuem propriedades químicas semelhantes, ou seja, diante de determinadas substâncias e condições específicas, os compostos pertencentes a uma mesma função orgânica comportam-se de maneira muito parecida.

Essa semelhança no comportamento químico está ligada à presença do mesmo grupo funcional. Podemos definir grupo funcional como um agrupamento de átomos que aparecem na estrutura da cadeia carbônica e que é responsável pela semelhança no comportamento químico de uma série de compostos.

A seguir apresentamos as principais funções orgânicas, o grupo funcional que identifica cada uma, as regras de nomenclatura segundo a IUPAC e exemplos de compostos pertencentes a essas funções:

### Subseção 1.2.1

#### *Função Orgânica: Hidrocarbonetos*

Hidrocarbonetos

- Grupo Funcional: Possui somente átomos de carbono e hidrogênio: C, H;
- Nomenclatura: Prefixo+infixo+o;
- Exemplos: Metano, butano, eteno (etileno) e etino (acetileno);

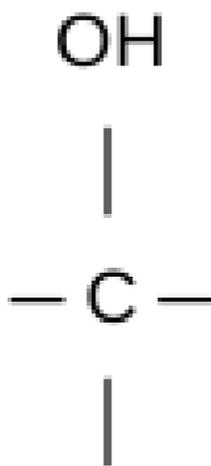


A principal fonte de hidrocarbonetos na natureza é o petróleo.

### Subseção 1.2.2

#### Função orgânica: Álcoois

- Grupo funcional: possui a hidroxila ligada a um carbono saturado:



- Nomenclatura: Prefixo+infixo+ol;
- Exemplos: Metanol, etanol e propanol;

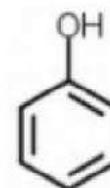


O álcool gel e a aguardente possuem o etanol como principal constituinte.

### Seção 1.3

#### Função Orgânica: Fenóis

- Grupo Funcional: Possui a hidroxila (OH) ligada a um carbono insaturado de um anel benzênico (núcleo aromático):



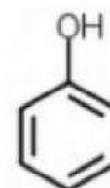
#### Grupo funcional dos fenóis

- Nomenclatura: localização do grupo OH+hidróxi+nome do aromático;
- Exemplos: benzenol e 1-hidroxi-2-metilbenzeno.

### Subseção 1.3.1

#### Função orgânica: Aldeídos

- Grupo Funcional: Possui a carbonila ligada a um hidrogênio:



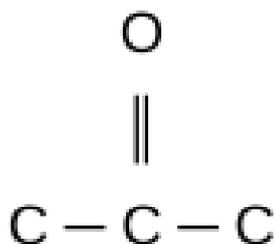
#### Grupo funcional dos fenóis

- Nomenclatura: Prefixo+infixo+al;
- Exemplos: Metanal (em solução aquosa é o formol) e o etanal (acetaldeído).

### Subseção 1.3.2

#### Função Orgânica: Cetonas

- Grupo Funcional: Possui a carbonila entre dois carbonos:



- Nomenclatura: prefixo+infixo+ona;
- Exemplo: Propanona (acetona).



A acetona usada para retirar esmalte das unhas é a propanona

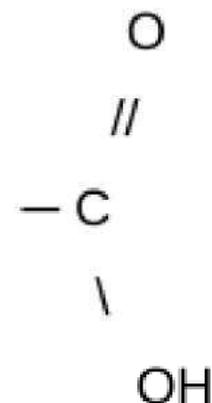
### *Subseção 1.3.3*

---

#### *Função Orgânica: Ácidos carboxílicos*

---

- Grupo Funcional: Possui a carbonila ligada a um grupo hidroxila (grupo carboxila):



- Nomenclatura: Ácido + prefixo + infixo + oico.
- Exemplos: Ácido metanoico (ácido fórmico) e ácido etanoico (ácido acético que forma o vinagre).

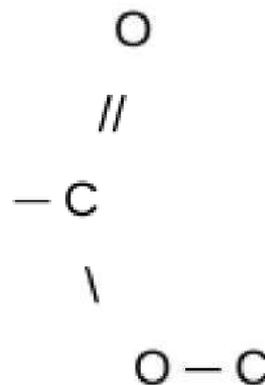
### *Subseção 1.3.4*

---

#### *Função Orgânica: Ésteres*

---

- Grupo Funcional: Deriva dos ácidos carboxílicos, em que há a substituição do hidrogênio da carboxila (-COOH) por algum grupo orgânico:



- Nomenclatura: Prefixo+infixo+o+ato / de / nome do radical
- Exemplos: Etanoato de pentila (aroma de banana), butanoato de etila (aroma de morango) e etanoato de isopentila (aroma de pêra).

### *Subseção 1.3.5*

---

#### *Função Orgânica: Éteres*

---

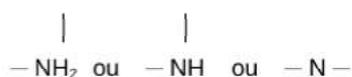
- Grupo Funcional: possui o oxigênio entre dois carbonos: C-O-C.

- Nomenclatura: grupo menor + oxí + hidrocarboneto de radical maior;
- Exemplos: metoxietano e etoxietano.

### Subseção 1.3.6

#### Função Orgânica: Aminas

- Grupo Funcional: Deriva da substituição de um ou mais hidrogênios do grupo amônia por cadeias carbônicas;

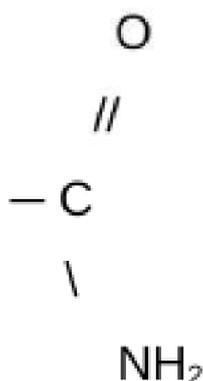


- Nomenclatura: Prefixo + infixo + amina;
- Exemplos: Metilamina, etilamina e trimetilamina.

### Subseção 1.3.7

#### Função orgânica: amidas

- Grupo Funcional: Possui o grupo nitro ( $\text{NO}_2$ ) ligado a uma cadeia carbônica:



- Nomenclatura: nitro + prefixo + infixo + o;
- Exemplos: nitrometano, nitroetano, 1- nitropropano e 2-metil-1,3,5-trinitrobenzeno (TNT).

O TNT é um explosivo que é um nitrocomposto



### Subseção 1.3.8

#### Função Orgânica: Haletos Orgânicos

- Grupo Funcional: Possui um ou mais halogênios ligados a uma cadeia carbônica:



Figura 1.7: X=F,Cl,Br ou I.

- Nomenclatura: quantidade de halogênios + nome do halogênio + nome do hidrocarboneto;
- Exemplos: 2-bromopropano, clorobenzeno e 1,3-difluorobutano.

## Seção 1.4

### Hidrocarbonetos

#### Subseção 1.4.1

#### Compostos de Carbono e Hidrogênio

Hidrocarbonetos são moléculas que contêm apenas carbono (C) e hidrogênio (H) em sua composição. São constituídos de um “esqueleto” de carbono no qual os átomos de hidrogênio se ligam. Constituem esta função os alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalcenos, moléculas aromáticas, etc. O conteúdo faz parte do estudo de química orgânica.

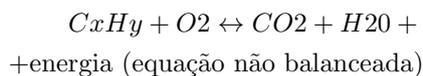
Aplicação do hidrocarboneto na produção energética

O petróleo é a base principal para a produção de energia e fonte de matérias-primas inúmeras para diferentes tipos de indústrias em nossa sociedade. É uma mistura constituída majoritariamente de hidrocarbonetos e impurezas presentes nos poços dos quais são extraídos. Estes hidrocarbonetos, após separados do petróleo, podem ser utilizados em diferentes tipos de motores para geração de energia devido a uma característica comum destes compostos, a combustão.

### Subseção 1.4.2

#### Combustão

A combustão dos hidrocarbonetos produz gás carbônico (CO<sub>2</sub>), H<sub>2</sub>O e energia, que pode ser aproveitada para produção de trabalho mecânico.



Segundo o INEA (Instituto Estadual do Ambiente), um dos problemas associados à frota crescente de veículos é a emissão crescente de CO<sub>2</sub>, que é um gás estufa e contribui para o agravamento do efeito estufa.

### Subseção 1.4.3

#### Classificações das cadeias carbônicas

De acordo com a forma da cadeia principal, esta pode ser classificada de formas diferentes: Quanto à abertura da cadeia Aberta (ou Alifática ou Acíclica): possui carbonos terminais. A cadeia não fecha um ciclo. Exemplo:



Hexano

(Foto: Colégio Qi)

Fechada (ou Cíclica): não possui carbonos terminais. A cadeia fecha um ciclo. Exemplo:

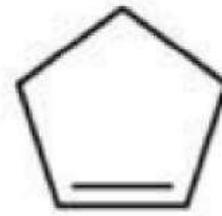
Cadeia mista: contém as duas especificações.

Quanto à presença de ligações múltiplas

Saturada: a molécula possui apenas ligações simples entre os carbonos da cadeia principal.

Exemplo: H<sub>3</sub>C - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub> (pentano)

Insaturada: a substância possui pelo menos uma ligação múltipla (dupla ou tripla) na cadeia principal.



Ciclopenteno

(Foto: Colégio Qi)

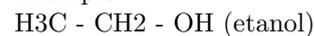
Exemplo:



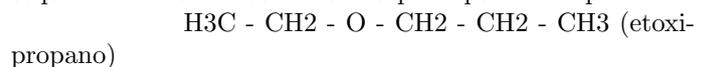
Quanto à presença de heteroátomos dividindo a sequência de carbonos que divide a cadeia principal.

Homogênea: possui cadeia sequencial de carbono não dividida por heteroátomos (qualquer átomo que não seja carbono ou hidrogênio).

Exemplo:



Heterogênea: um heteroátomo divide a sequência de carbonos da cadeia principal. Exemplo:



Quanto à presença de radicais alquila

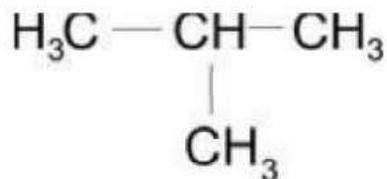
Normal: não possui radicais alquila.

Exemplo:



**Figura 1.8:** Pentano (Foto: Colégio Qi)

Ramificada: possui radicais alquila na cadeia principal. Exemplo:



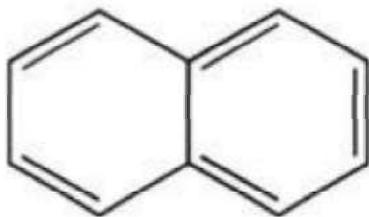
**Figura 1.9:** Metilpropano (Foto: Colégio Qi)

Cadeias fechadas recebem classificações adicionais.

Quanto à presença do anel benzênico na cadeia principal

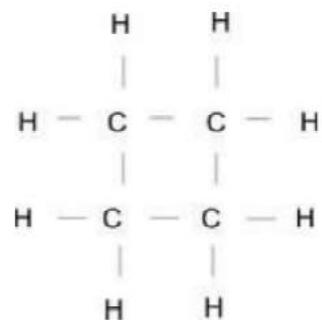
Aromática: a cadeia principal é constituída por pelo menos um núcleo benzênico.

Exemplo:



**Figura 1.10:** Naftaleno (Foto: Colégio Qi)

Alicíclica (“não aromática”): a cadeia principal não contém núcleos benzênicos. Exemplo:

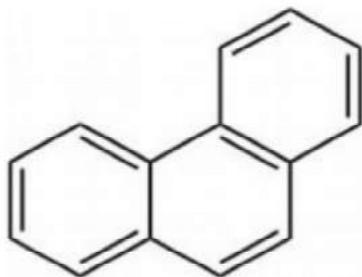


Ciclobutano  
(Foto: Colégio Qi)

Quanto ao tipo de conexão entre os anéis aromáticos

Condensada: anéis aromáticos diretamente conectados por seus carbonos.

Exemplo:

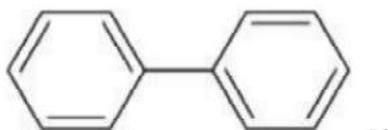


Fenantreno

(Foto: Colégio Qi)

Isolada: Anéis conectados isoladamente por um de seus carbonos.

Exemplo:



fenila

(Foto: Colégio Qi)

Quanto à quantidade de núcleos aromáticos Mononucleada ou polinucleada: de acordo com a presença, respectivamente, de um ou mais núcleos aromáticos na cadeia principal. O naftaleno e o fenantreno são exemplos de cadeias polinucleadas. O benzeno é um exemplo de cadeia mononucleada.

#### Subseção 1.4.4

##### Fórmulas

- Alcano

Molécula de cadeia aberta e saturada, ramificada ou normal. Todos os hidrocarbonetos possuem cadeia homogênea por só possuírem carbono e hidrogênio na composição.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n+2}$  ( $n$  = número de átomos de carbono presentes na molécula) O que a fórmula descreve: Número de átomos de carbono na molécula =  $n$   
Número de átomos de hidrogênio na molécula =  $2 \times n + 2$

Esta relação é respeitada em todos os alcanos. A seguir, cada hidrocarboneto terá sua fórmula geral característica.

- Alceno

Compostos com cadeia principal aberta contendo uma dupla ligação, ramificada ou normal e sempre homogênea por ser um hidrocarboneto.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n}$

- Alcino

Possuem cadeia principal aberta e com uma tripla ligação, podendo ser ramificada ou normal e sempre homogênea.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n-2}$

- Alcadieno

Possuem duas ligações duplas na cadeia principal, que será aberta, insaturada, podendo ser ramificada ou normal e homogênea.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n-2}$

- Cicloalcano

Cadeia fechada e homogênea, pode ser ramificada ou normal e saturada.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n}$

- Cicloalceno

Cadeia fechada e homogênea, normal ou ramificada e insaturada porque possui uma ligação dupla.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n-2}$

- Fórmulas gerais

As fórmulas gerais são úteis pois:

- Identificam isômeros. Aqueles que possuem a mesma fórmula geral são isômeros, como acontece com alcadienos e alcinos;

- Permitem-nos prever pela proporção entre carbonos e hidrogênios o tipo de hidrocarboneto em questão. Por exemplo, podemos prever que uma molécula com 9 carbonos e 20 hidrogênios será um alcano, pois ela se “enquadra” na fórmula geral dos alcanos;

- Auxiliam-nos, de forma geral, no cálculo da fórmula molecular de um hidrocarboneto quando é dado sua fórmula estrutural. Sabendo-se apenas o número de carbonos e a fórmula geral a contagem de hidrogênios se torna prescindível.

#### Seção 1.5

##### Funções Oxigenadas

As funções oxigenadas incluem compostos que, além do C e do H, possuem também o oxigênio, e os principais são: álcool, aldeído, cetona, ácido carboxílico, éter e éster.

Publicado por: Jennifer Rocha Vargas  
Fogaça em Funções Orgânicas



O etanol (álcool) usado como combustível em automóveis é um exemplo de composto oxigenado

As funções oxigenadas abrangem compostos orgânicos formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Esses átomos se ligam de diferentes maneiras formando uma infinidade de cadeias carbônicas, e por isso, esse é um grupo enorme e bastante diversificado de compostos.

Todas essas substâncias são classificadas nos seguintes grupos funcionais:

- \* Alcoóis: Possuem uma hidroxila (-OH) ligada a um carbono saturado;

- \* Fenóis: Possuem uma hidroxila (-OH) ligada a um carbono pertencente a um anel benzênico;

- \* Enóis: Possuem uma hidroxila (-OH) ligada a um carbono insaturado;

- \* Aldeídos: Possuem o grupo carbonila (C=O) ligado a um hidrogênio;

- \* Cetonas: Possuem o grupo carbonila (C=O) entre dois carbonos;

- \* Ácidos carboxílicos: Possuem o grupo carbonila (C=O) ligado a uma hidroxila;

- \* Ésteres: São formados pela troca de um hidrogênio da carboxila dos ácidos carboxílicos por algum grupo alquila ou arila;

- \* Éteres: Possuem o oxigênio entre dois carbonos.

Existem compostos oxigenados que são naturais e estão presentes em processos metabólicos importante, tais como o açúcar, a glicerina, o colesterol e o amido. E existem também compostos orgânicos presentes em produtos utilizados no cotidiano, como perfumes, plásticos, combustíveis (como o etanol mencionado na figura acima), essências, entre outros. Esses compostos possuem grande importância econômica, pois participam de muitas reações realizadas em indústrias para a produção de diversos materiais.

## Seção 1.6

### Fermentação

A fermentação ocorre na ausência do oxigênio no citosol da célula eucariótica e procariótica. A glicose é degradada em substâncias mais simples, como o ácido láctico (fermentação láctica) e o álcool etílico (fermentação alcoólica). Tanto na fermentação láctica como alcoólica há um saldo de apenas 2 moléculas de ATP e, em ambos os processos, iniciam com o ácido pirúvico obtido da glicólise, como descrito na respiração aeróbia.

#### Subseção 1.6.1

##### Fermentação Láctica

Realizada por certas bactérias, protozoários, fungos e células do tecido muscular (durante intensa atividade física, há ausência de oxigênio, com isso as células realizam fermentação, e a liberação do ácido láctico ocasiona a fadiga muscular) e hemácias.

Processo utilizado para produção de iogurte, conservas, entre outros. Piruvato é reduzido a lactato pela ação da enzima lactato-desidrogenase, utilizando íons de hidrogênio provenientes da reoxidação do NADH<sub>2</sub> formados na glicólise.

Como não há oxigênio, o acceptor final de hidrogênio é o próprio piruvato.

#### Subseção 1.6.2

##### Fermentação Alcoólica

Realizada por certas bactérias e leveduras.

Processo utilizado para produção de vinho, cerveja, pão (o fermento biológico contendo o fungo, acrescentado na massa, reage com o açúcar, produzindo CO<sub>2</sub> que fica armazenado em cavidades dentro da massa), obtenção de álcool pela cana-de-açúcar, entre outros.

Piruvato é convertido a acetaldeído através da ação piruvato descarboxilase, gerando CO<sub>2</sub> e NADH e reoxidando o NADH, através da álcool desidrogenase, o acetaldeído é convertido em álcool etílico.

Como não há oxigênio, o acceptor final de hidrogênio é o acetaldeído.