

*meSalva!*

**PARTE IV**

# QUÍ MI CA



*meSalva!*

# CURSO ENEM ONLINE

O melhor cursinho para o ENEM 2019 é o que te aprova no curso dos seus sonhos



**Conte com a melhor preparação para a Prova do ENEM:**



## CONTEÚDO COMPLETO PARA O ENEM

+5.000 vídeos, 10.000 exercícios e aulas ao vivo todos os dias para tirar suas dúvidas



## PLANO DE ESTUDOS PERSONALIZADO

Organizamos para você um cronograma de estudos de hoje até o ENEM



## CORREÇÃO DE REDAÇÃO ILIMITADA

Receba notas e comentários para cada critério de avaliação do ENEM



## SIMULADOS COM CORREÇÃO TRI

Simulados com correção no mesmo formato da Prova do ENEM

**QUERO SER APROVADO!**

PARTE IV

# QUÍMICA

01

## FUNÇÕES ORGÂNICAS

*meSalva!*

# FUNÇÕES ORGÂNICAS

## HIDROCARBONETOS

Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos constituídos exclusivamente por carbono e hidrogênio. São compostos apolares ou de polaridade extremamente reduzida e, por isso, são insolúveis em água. Possuem pontos de fusão e ebulição baixos se comparados a compostos com outras funções orgânicas, devido às suas forças intermoleculares (dipolos induzidos) que são fracas. No entanto, constata-se um acréscimo nesses pontos com o aumento da cadeia carbônica e um decréscimo com o aumento no número de ramificações.

### ALCANOS

São hidrocarbonetos de saturados alicíclicos – cadeia aberta – (ou seja, possuem apenas **ligações simples** entre os átomos).

**Fórmula geral:**  $C_nH_{2n+2}$

**Nomenclatura:**

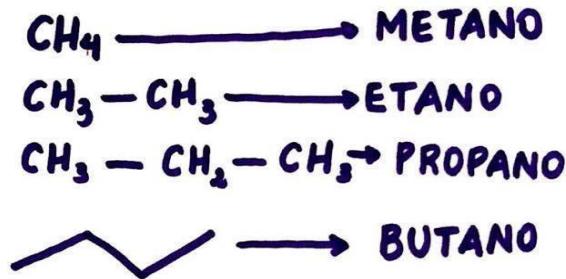
**Prefixo:** indica o número de átomos de carbono na cadeia principal;

Nº de C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prefixo	met	et	prop	but	pent	hex	hept	oct	non	dec

**Infixo:** “an” (ligações simples);

**Sufixo:** o sufixo é “o” para todos os hidrocarbonetos.

**Exemplos:**



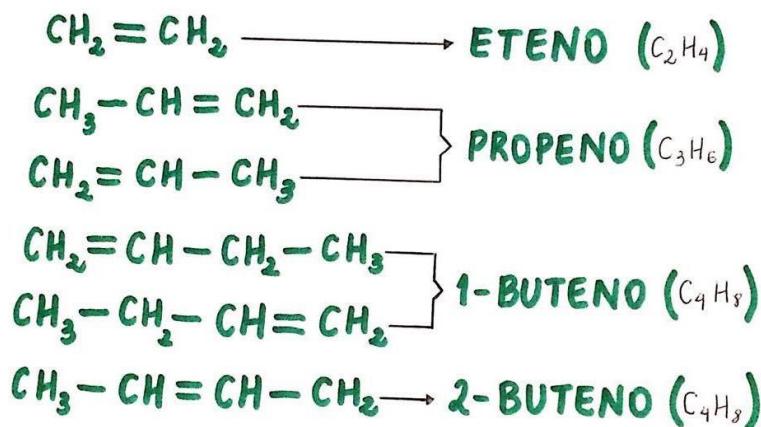
ALCENOS

São hidrocarbonetos de insaturados alicíclicos com apenas uma ligação dupla entre carbonos.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n}$

**Nomenclatura:** seguem a mesma nomenclatura que os alcanos, exceto pelo infixo, que muda para “en”, indicando ligação dupla.

## Exemplos:



\* A DIFERENÇA ENTRE O 1-BUTENO E O 2-BUTENO É QUE A LIGAÇÃO DUPLA SE ENCONTRA ENTRE OS CARBONOS 1 E 2 NO PRIMEIRO E NOS CARBONOS 2 E 3 NO SEGUNDO. ASSIM, COLOCA-SE O NÚMERO NA FRENTE PARA DIFERENCIAR.

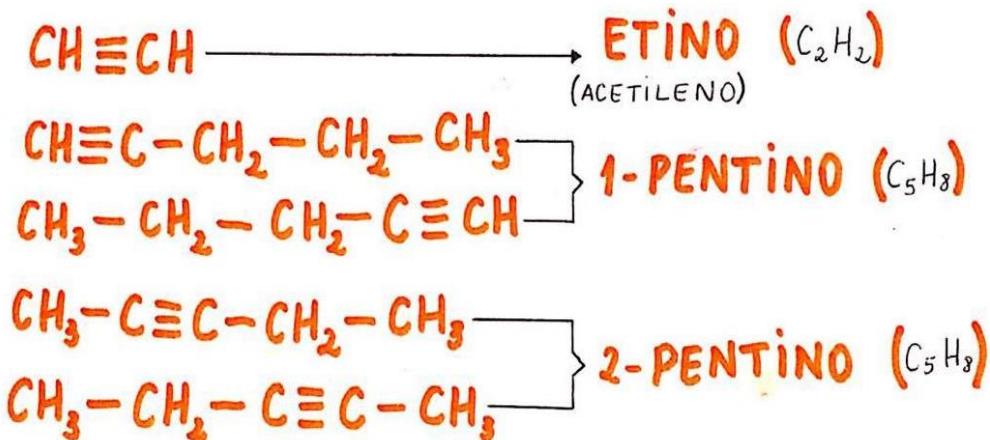
## ALCINOS

São hidrocarbonetos insaturados alicíclicos com apenas uma **ligação tripla** entre carbonos.

Fórmula geral:  $C_nH_{2n-2}$

Nomenclatura: seguem a mesma nomenclatura que os alcanos, exceto pelo infixo, que muda para “in”, indicando ligação tripla.

Exemplos:



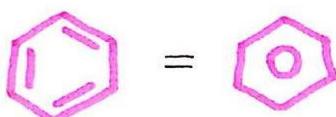
\* A DIFERENÇA ENTRE O 1-PENTINO E O 2-PENTINO É QUE A LIGAÇÃO DUPLA SE ENCONTRA ENTRE OS CARBONOS 1 E 2 NO PRIMEIRO E NOS CARBONOS 2 E 3 NO SEGUNDO. ASSIM, COLOCA-SE O NÚMERO NA FRENTE PARA DIFERENCIAR.

## AROMÁTICOS

São hidrocarbonetos cílicos que apresentam anel aromático benzênico. O benzeno se caracteriza por apresentar uma cadeia cílica de seis carbonos que alternam ligações simples e duplas. Todos os carbonos são trigonais ( $120^\circ$ ) e, por apresentarem as mesmas características, supõe-se uma alternância constante do par de elétrons da ligação dupla. Essa situação tem o nome de “ressonância”, responsável por tornar as ligações duplas do anel deslocalizadas, conferindo maior estabilidade ao anel.

Exemplos:

Mononucleares



**BENZENO**

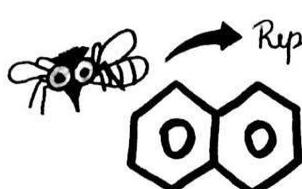
( $C_6H_6$ )



**TOLUENO**

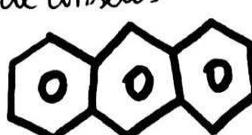
(METIL BENZENO)

Polinucleares



**NAFTALENO**

( $C_{10}H_8$ )



**ANTRACENO**

( $C_{14}H_{10}$ )



**BIFENILO**

( $C_{12}H_{10}$ )

## ÁLCOOIS

São compostos orgânicos que apresentam uma ou mais hidroxilas ( $-OH$ ) ligadas diretamente a um carbono saturado. A presença de hidroxilas nos álcoois confere polaridade elevada a esses compostos e também determina as pontes de hidrogênio como forças intermoleculares predominantes. Dessa forma, seus pontos de fusão e de ebulição são elevados (se comparados aos hidrocarbonetos).

A solubilidade em água é favorecida pela presença das hidroxilas, que são grupos polares, especialmente nos compostos com menor número de carbonos. Ou seja, quanto mais hidroxilas, maior será a solubilidade em água (que também é polar); por outro lado, quanto maior for a cadeia carbônica, menor será a solubilidade em água.

## Exemplos:



\*NOS EXEMPLOS, PODEMOS VER TAMBÉM A CLASSIFICAÇÃO DOS ÁLCOOIS: HIDROXILA LIGADA A UM C PRIMÁRIO REPRESENTA UM ÁLCOOL PRIMÁRIO; LIGADA A UM C SECUNDÁRIO REPRESENTA UM ÁLCOOL SECUNDÁRIO; LIGADA A UM C TERCIÁRIO REPRESENTA UM ÁLCOOL TERCIÁRIO.

Fórmula geral: R-OH

## Nomenclatura:

### **hidrocarboneto correspondente**

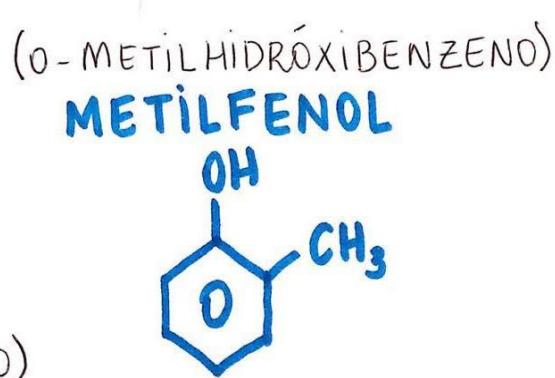
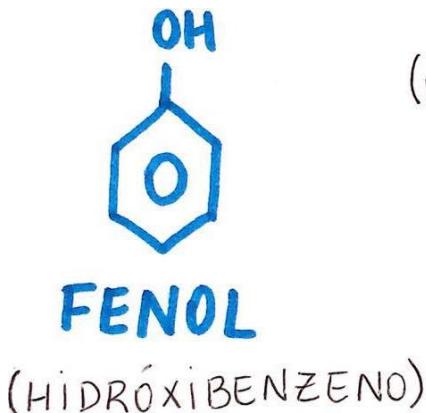
## FENÓIS

São compostos orgânicos caracterizados pela presença de uma ou mais **hidroxilas ligadas diretamente a um anel benzênico**. A presença desse grupo confere polaridade elevada aos fenóis, que se apresentam líquidos ou como sólidos com baixo ponto de fusão. Apesar da formação de pontes de hidrogênio com a água, os fenóis iniciam com seis carbonos, o que os torna apenas parcialmente solúveis em água. Seu caráter é levemente ácido, pois se ioniza facilmente liberando  $\text{H}^+$ .

Fórmula geral: Ar-OH

Nomenclatura: (1,\_)HIDROXI\_\_\_\_\_BENZENO  
radical ligado ao benzeno

Exemplos:



## ÉTERES

Os éteres caracterizam-se pela presença de um **oxigênio como heteroátomo**. Assim, suas duas valências apresentam-se necessariamente ligadas a cadeias carbônicas.

São moléculas que possuem polaridade não muito elevada e, por isso, seus pontos de fusão e ebulição não são muito maiores que o dos hidrocarbonetos de massa semelhante. Apresentam pouca solubilidade em água, que pode ser atribuída à alguma interação do heteroátomo com as moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ .

Fórmula geral: R-O-R'

Nomenclatura: \_\_\_\_\_ OXI \_\_\_\_\_

hidrocarboneto menor

hidrocarboneto

maior

Exemplos:

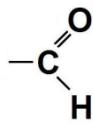


\* ÉTER ETÍLICO É A NOMENCLATURA USUAL DO ETOXETANO.

## ALDEÍDOS

São compostos que possuem um grupo **aldoxila**, que corresponde ao grupo carbonila ligado diretamente a um hidrogênio, isto é, a carbonila encontra-se numa das extremidades da cadeia carbônica.

Por apresentarem grupos carbonila, aldeídos caracterizam-se por sua polaridade acentuada (assim como as cetonas). Entretanto, a ausência de átomos de hidrogênio ligados diretamente ao oxigênio determina a impossibilidade de existirem pontes de hidrogênio. Quando constituídos de poucos átomos de carbono, são muito solúveis em água, devido à formação de pontes de hidrogênio com as moléculas de H<sub>2</sub>O.

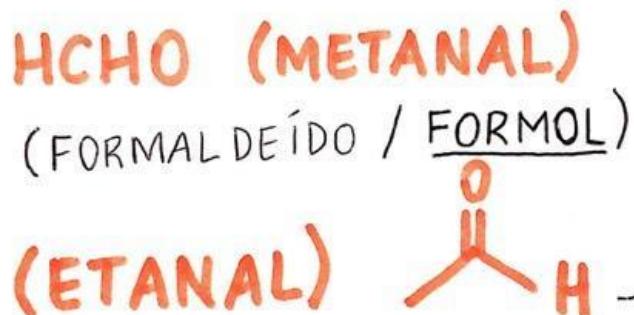


Fórmula geral:

Nomenclatura: \_\_\_\_\_ AL

hidrocarboneto correspondente

Exemplos:

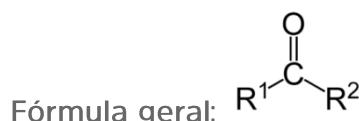


\*ETANAL: UTILIZADO NA FABRICAÇÃO DE ESPELHOS.

## CETONAS

As cetonas caracterizam-se pela presença de uma **carbonila** à qual o carbono está ligado, além do oxigênio, a dois grupos de hidrocarbonetos.

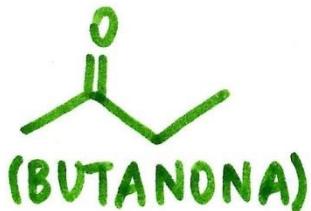
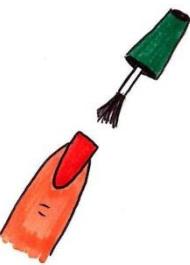
Da mesma forma mencionada anteriormente, a presença da carbonila confere polaridade elevada, mas a falta de hidrogênios ligados diretamente ao oxigênio determina a inexistência de pontes de hidrogênio intermoleculares. A polaridade elevada justifica a solubilidade em água, que diminui com o aumento das cadeias carbônicas.



Nomenclatura: \_\_\_\_\_ONA

hidrocarboneto correspondente

Exemplos:



\*ACETONA: USADA EM REMOVEDORES DE ESMALTE.

## ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

São compostos que possuem uma carbonila ligada diretamente a um grupo hidroxila, resultando no grupo funcional **carboxila**.

Por possuírem uma hidroxila ligada a uma carbonila, esses compostos apresentam pontes de hidrogênio entre suas moléculas, resultando em elevados pontos de fusão e ebulição (maiores que os dos álcoois, por exemplo). Em termos de solubilidade em água, comportam-se basicamente como os álcoois: são solúveis até quatro carbonos; a partir daí, a solubilidade se reduz drasticamente. Ácidos monocarboxílicos de número mais elevado de carbonos (ácidos graxos) são praticamente insolúveis em água.

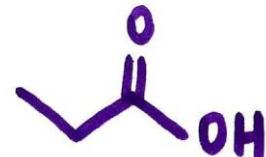


Nomenclatura: ÁCIDO \_\_\_\_\_ OICO

hidrocarboneto correspondente

Exemplos:

$\text{CH}_3\text{COOH}$  (ÁCIDO ACÉTICO)  
(ÁCIDO ETANÓICO)



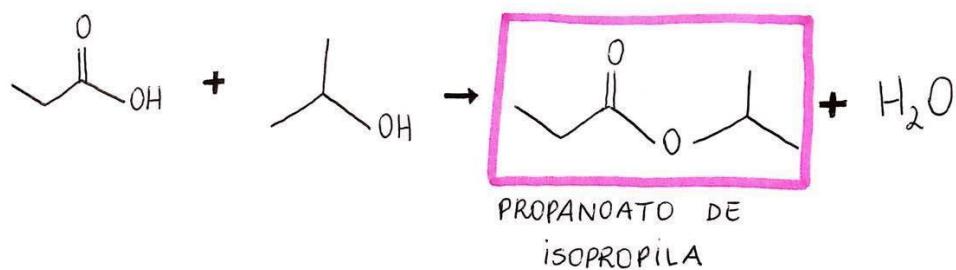
(ÁCIDO PROPANÓICO)



## ÉSTERES

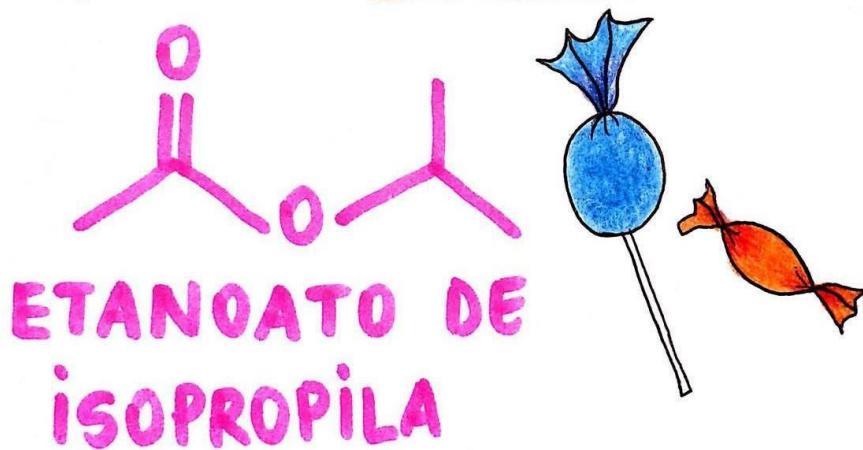
São **derivados de ácidos carboxílicos** pela substituição do hidrogênio ionizável da carboxila por um radical derivado de hidrocarboneto. Os ésteres podem ser obtidos a partir da reação de esterificação que ocorre entre um **ácido carboxílico** e um **álcool**.

Esterificação:

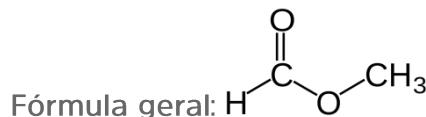


Seu caráter polar se deve à presença da carbonila; entretanto, a substituição do hidrogênio por um átomo de carbono impede o estabelecimento de pontes de hidrogênio intermoleculares. Dessa forma, seus pontos de fusão e ebulição se aproximam dos aldeídos e cetonas. Seu comportamento em relação à solubilidade é semelhante às funções com um grupo funcional polar: o aumento da cadeia carbônica reduz a solubilidade.

Exemplos:



\*ETANOATO DE ISOPROPILA: FLAVORIZANTE (AROMATIZANTE) DE DOCES E SUCOS.



Nomenclatura: \_\_\_\_\_OATO DE \_\_\_\_\_

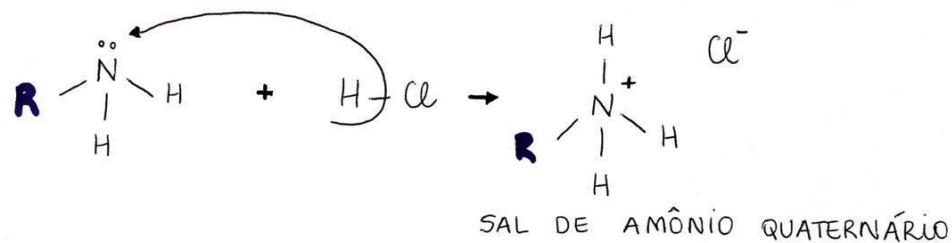
Hidrocarboneto correspondente hidrocarboneto  
correspondente

## AMINAS

São compostos orgânicos que derivam da amônia pela substituição de um ou mais hidrogênios por radicais derivados de hidrocarbonetos.

As **aminas** caracterizam-se pela polaridade elevada; as primárias e as secundárias apresentam pontes de hidrogênio. Entretanto, a menor polaridade da ligação N-H em relação à ligação O-H faz com que a intensidade atrativa das aminas seja menor que a dos álcoois de tamanho semelhante. Assim, seus pontos de fusão e ebulação são menores que os dos álcoois com cadeias semelhantes.

O par não ligante do nitrogênio do grupo amina apresenta significativa tendência de receber prótons H<sup>+</sup>, determinando o caráter básico pronunciado das aminas. A adição de ácidos a aminas resulta na transferência do H<sup>+</sup> para o par não ligante do nitrogênio, convertendo a amina num cátion e o ácido num ânion. O composto resultante se caracteriza como um sal de amônio quaternário.



A solubilidade em água desse sal é importante para identificar uma amina e essa reação é particularmente útil para a solubilização de aminas com número de carbonos mais elevado que, sem isso, seriam insolúveis.

Fórmula geral: R-NH<sub>2</sub> (primária); R-NH-R (secundária); NR<sub>3</sub> (terciária).

Nomenclatura: \_\_\_\_\_ AMINA

radical(ais) ligado(s) ao nitrogênio

Exemplos:



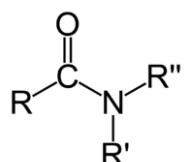
## AMIDAS

As amidas são derivadas da amônia pela substituição de hidrogênio por radical com uma carbonila que se liga diretamente ao nitrogênio, sendo a característica essencial que irá determinar a identidade da amida.

São compostos acentuadamente polares pelo estabelecimento de pontes de hidrogênio. A possibilidade de ressonância da carbonila com o par isolado do nitrogênio vizinho acentua significativamente a polaridade da ligação N-H. Assim, seus pontos de fusão e ebulição são bastante elevados se comparados a outros compostos orgânicos.

As amidas mais simples são solúveis em água, mas o aumento da cadeia diminui a solubilidade, assim como nos demais compostos orgânicos.

A ressonância do par não ligante do nitrogênio com a carbonila faz com que as amidas não tenham caráter básico, diferente do que ocorre com as aminas.



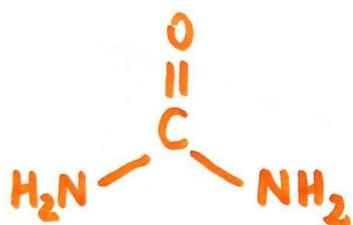
Fórmula geral:

Nomenclatura: \_\_\_\_\_ AMIDA

radical(ais) ligado(s) ao nitrogênio

Exemplos:

## CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub> PROPANAMIDA



## METANODIAMIDA (UREIA)

\*UREIA É O NOME USUAL DA METANODIAMIDA.

### OUTRAS FUNÇÕES: COMPOSTOS HALOGENADOS

Os halogenetos orgânicos são derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais hidrogênios por **halogênios** (elementos do grupo 17 da tabela periódica).

Os compostos halogenados mais simples são gases à temperatura ambiente; tornam-se líquidos com o aumento da cadeia carbônica; os de massa elevada são sólidos. A intensidade das forças intermoleculares aumenta com o tamanho do átomo de halogênio. Apresentam reduzida solubilidade em água mesmo quando polares, devido à impossibilidade de formar pontes de hidrogênio com ela.

Fórmula geral: R-X onde X = F, Cl, Br ou I

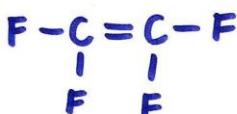
Nomenclatura: \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_

correspondente      halogênio correspondente      hidrocarboneto  
correspondente

Exemplos:



2-BROMO-PROPANO



TETRAFLUOR-ETENO

## PRODUTOS ORGÂNICOS

- ✓ AÇÚCAR: nome usual sacarose - C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> - dissacarídeo que origina a glicose e a frutose por hidrólise; pode ser obtido da cana-de-açúcar e da beterraba.
- ✓ BORRACHA: polímero do isopropeno obtido na forma de dispersão coloidal do caule da seringueira; sua elevada elasticidade classifica-o como um elastômero.
- ✓ ETILENO: nome usual do eteno – C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> – que é utilizado como anestésico, na aceleração do amadurecimento de frutas e é matéria prima para a fabricação de polímeros.
- ✓ FORMOL: solução aquosa concentrada (~40%) de aldeído fórmico, que é um gás à temperatura ambiente e muito solúvel em água. Utilizado como desinfetante e na conservação de peças anatômicas.
- ✓ CLOROFÓRMIO: haleto orgânico de fórmula CHCl<sub>3</sub> usado como solvente e anestésico.
- ✓ DETERGENTE: produto utilizado para a limpeza de gorduras; produzido sinteticamente. Apresenta uma longa cadeia apolar e um grupo polar numa das extremidades, que possibilita a emulsificação de óleos e gorduras (apolares) na água (polar). O dodecilbenzeno sulfonato de sódio está entre os mais utilizados.

- ✓ **GÁS DE COZINHA (GLP):** mistura gasosa que possui predominantemente propano – C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> – e butano – C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> –, utilizado como combustível doméstico para fogões. É armazenado em botijões no estado líquido, sob altas pressões.
- ✓ **GÁS DOS PÂNTANOS:** gás constituído principalmente por metano – CH<sub>4</sub> – resultante da decomposição anaeróbia da matéria orgânica vegetal através de micro-organismos.
- ✓ **GASOLINA:** mistura obtida pela destilação fracionada do petróleo; usada como combustível para motores de explosão, como o dos automóveis.
- ✓ **HULHA:** espécie de carvão mineral com alto teor de carbono; é a principal fonte de compostos aromáticos, usada em siderurgia como redutor de minerais de ferro.
- ✓ **PETRÓLEO:** mineral formado pela decomposição e fossilização da matéria orgânica ao longo dos anos. É submetido a processos de filtração, decantação e filtração fracionada até que possa ser utilizado comercialmente.
- ✓ **NAFTALINA:** nome comercial do naftaleno impurificado; sublima à temperatura ambiente e é utilizada como inseticida e na fabricação de corantes.
- ✓ **SABÃO:** mistura contendo sais derivados de ácidos graxos obtida na reação entre óleos e gorduras com substâncias alcalinas como hidróxido de sódio – NaOH – ou hidróxido de potássio – KOH.
- ✓ **TNT:** abreviatura do trinitrotolueno, usado na fabricação de explosivos.

## **PARA SABER MAIS!**

### Livros:

- ✓ Química Orgânica. Práticas pedagógicas para ensino médio. FERREIRA Maira; MORAIS, Lavínia B.; NICHELE, Tatiana Z.; NICHELE, José C. Del Pino.

O livro mostra, de forma didática e simples, toda a química orgânica estudada no ensino médio.

- ✓ Curso completo de química. Volume Único. Antonio.

O livro aborda, de forma aprofundada, a química geral do ensino médio, além de conter tópicos especiais.

PARTE IV

# QUÍMICA

02

## ISOMETRIA E REAÇÕES ORGÂNICAS

*meSalva!*

## ISOMERIA E REAÇÕES ORGÂNICAS

Olá, amigos do MeSalva! Neste módulo, vamos estudar dois conteúdos muito importantes da Química: o fenômeno de Isomeria, que nos faz entender que nem tudo o que parece igual na realidade é; e vamos entrar no mundo das reações químicas, como e porque elas acontecem (ou porque elas explodem!).

Quando duas ou mais substâncias diferentes possuem a mesma fórmula molecular, mas diferem nas suas propriedades e fórmulas estruturais, elas são ditas isômeros. O fenômeno da isomeria é muito comum na química orgânica, pois no estudo dos compostos feitos de carbono, vemos a quantidade imensa de formas, ligações e agrupamentos diferentes que eles podem fazer. Para se ter uma ideia, os 20 carbonos da fórmula molecular  $C_{20}H_{42}$  podem se agrupar de modo a formar 366.319 compostos diferentes.

Já as reações orgânicas são, assim como a isomeria, uma parte fundamental da química e muito presente na nossa rotina. Reações orgânicas são usadas na construção (síntese) de novas moléculas que podem, mais tarde, serem usadas como remédios. A produção de muitas substâncias do nosso dia a dia, tal como garrafas PET, depende de reações orgânicas. São elas as responsáveis pela produção também de drogas.

Agora que vocês já se ligaram em como essas matérias estão totalmente presentes na nossa vida, que tal estudar um pouquinho e entender mais sobre o assunto?

Vamos começar com Isomeria!

# O QUE É ISOMERIA?

Quando tivermos dois ou mais compostos diferentes com a mesma fórmula molecular (mesmo conjunto de átomos), mas com fórmula estrutural diferente, vamos definir como sendo um fenômeno de isomeria.

Olha a frase abaixo:

Omar mora com seu amor em Roma, na rua do Ramo nr. 12.

Nessa frase, fazendo uma analogia com a combinação de letras, encontramos cinco palavras isômeras, ou seja, palavras distintas escritas com o mesmo conjunto de letras.

## ROMA, AMOR, RAMO, OMAR, MORA...

Na química, temos dois tipos de isomeria:

- ✓ **ISOMERIA PLANA:** quando se observa o fenômeno de isomeria através da fórmula estrutural plana.
- ✓ **ISOMERIA ESPACIAL:** quando é necessário visualizar o arranjo de átomos no espaço para se observar o fenômeno isomérico.

Vamos começar pela isomeria plana:

# ISOMERIA PIANA DE FUNÇÃO

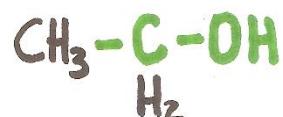
Na isomeria plana de função, a diferença entre os compostos isômeros encontra-se no grupo funcional. Temos 4 casos:

## ISOMERIA ÉTER-ÁLCOOL

Sempre que for possível escrever a fórmula de um éter, também será possível escrever a fórmula de um álcool. Veja no exemplo da fórmula molecular  $C_2H_6O$  abaixo:



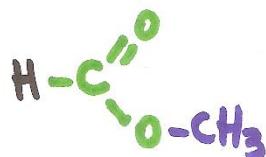
METÓXI-METANO



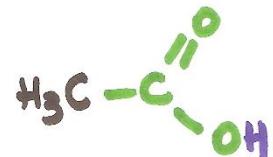
ETANOL

## ISOMERIA ÉSTER-ÁCIDO CARBOXÍLICO

Seguindo a mesma lógica anterior, sempre que for possível escrever a fórmula de um éter, também será possível escrever a fórmula de um ácido carboxílico, dado o exemplo da fórmula molecular  $C_2H_4O_2$  abaixo:



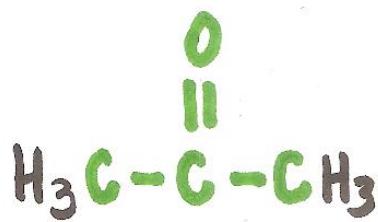
METANOATO DE METILA



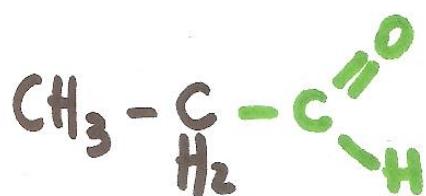
ÁCIDO ETANÓICO

## ISOMERIA CETONA-ALDEÍDO

Você já deve ter se ligado que a regra é a mesma, sempre que for possível escrever a fórmula de uma cetona, também será possível escrever a fórmula de um aldeído. Neste caso, vamos ver a fórmula molecular C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O:



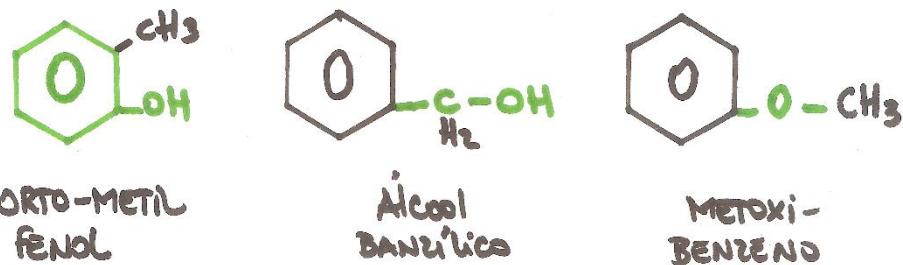
PROPANONA



PROPIALDEÍDO

## ISOMERIA FENOL-ÁLCOOL-ÉTER AROMÁTICOS

Aqui tem uma coisa bacana: sempre que tivermos um fenol com um radical alquila (te liga que no exemplo é o -CH<sub>3</sub>), poderemos escrever a fórmula de um álcool e um éter. Vamos considerar o exemplo da fórmula molecular C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>O:

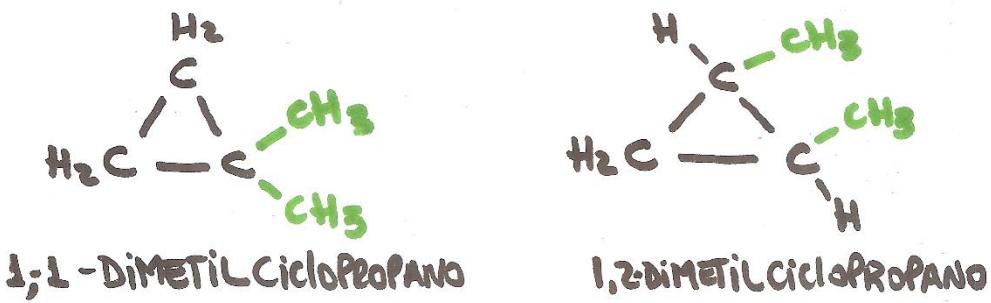


## ISOMERIA PIANA DE POSIÇÃO

A isomeria plana de posição é bem fácil de entender, os isômeros têm somente a posição de um radical, instauração ou grupo funcional diferente do outro.

### POSIÇÃO DO RADICAL DIFERENTE

Vamos imaginar um composto cíclico, o mais simples de todos, com apenas 3 carbonos e nele ligados dois radicais. Esses dois radicais podem estar ligados à carbonos diferentes ou eles podem estar ligados a um mesmo carbono. Veja por exemplo o  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ :



### QUANDO A POSIÇÃO DA INSTAURAÇÃO ESTÁ DIFERENTE

Neste caso a única variação será na posição da instauração, no caso do buteno ( $C_4H_8$ ) conseguimos observar de forma bem fácil.



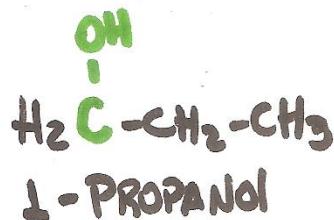
1-BUTENO



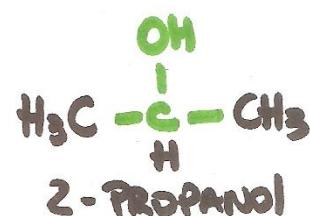
2-BUTENO

### QUANDO O GRUPO FUNCIONAL MUDA DE POSIÇÃO NA CADEIA

Esse tipo de isomeria, como as outras, é fácil de identificar, uma vez que se trata de uma mesma função química, porém, o que se altera neste caso é a posição do grupo funcional. Olha no exemplo do  $C_3H_8O$ :



1-PROPANOL



2-PROPANOL

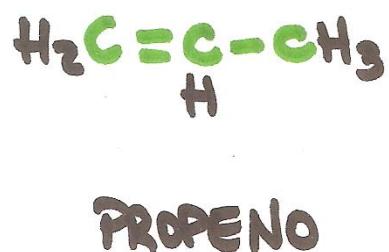
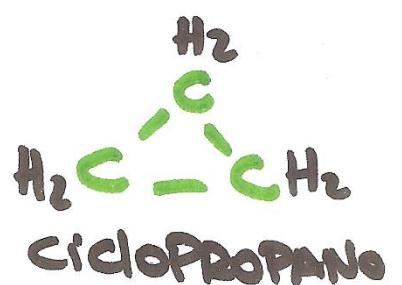
## ISOMERIA PIANA DE CADEIA

Existem três tipos de isomeria de cadeia, são elas: isomeria de cadeia aberta e fechada, isomeria de cadeia normal e ramificada e isomeria de cadeia homogênea e heterogênea.



## ISOMERIA DE CADEIA ABERTA E FECHADA

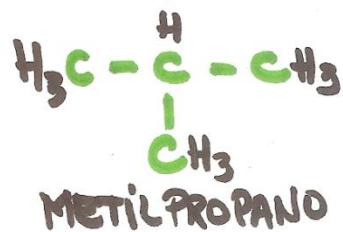
Toda vez que tivermos um ciclano (cadeia cíclica insaturada), também poderemos ter um isômero na forma de um alceno. Veja o exemplo do C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:



## ISOMERIA DE CADEIA NORMAL E RAMIFICADA

Podemos dizer que todos os compostos de cadeia normal terão sempre um isômero de cadeia ramificada. Você deve estar pensando: será? Eu respondo: é!

Olha o exemplo C<sub>3</sub>H<sub>10</sub>:



## ISOMERIA DE CADEIA HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA

Essa ocorre em aminas e amidas. Sempre que houver a possibilidade de mudar a posição do heteroátomo tornando uma cadeia heterogênea em homogênea ou vice-versa sem mudar a sua função química.



ETILAMINA



DIMETILAMINA

## ISOMERIA PLANA DE COMPENSACÃO OU METAMERIA

Nesse caso de isomeria, devemos prestar especial atenção no heteroátomo, pois a diferença neste tipo de isômeros está na posição dele.

### METAMERIA DE ÉTERES

Ocorrem quando a posição do átomo de oxigênio está em diferentes posições na molécula. Exemplo o  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ :



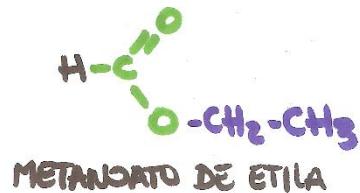
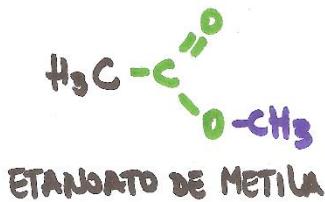
METOXI - PROPANO



ETÓXI - ETANO

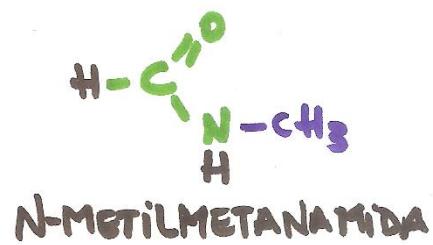
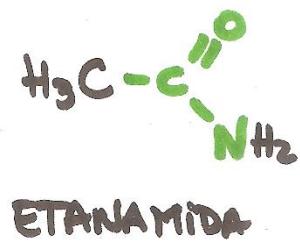
### METAMERIA DE ÉSTERES

Ocorre em ésteres que possuem no mínimo três carbonos, observa o exemplo do C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>:



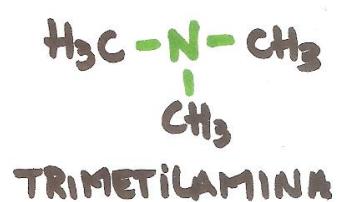
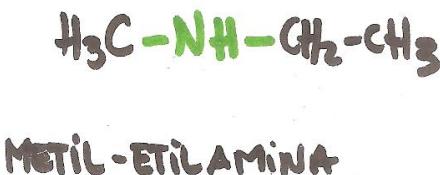
## METAMERIA DE AMIDAS

Ocorre em amidas que possuem pelo menos dois carbonos. Veja o exemplo da fórmula molecular C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ON:



## METAMERIA DE AMINAS

Em aminas secundárias e/ou aminas terciárias, poderemos ter casos de Metameria de amina, no caso da fórmula molecular C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>N, podemos observar este caso:



# ISOMERIA DINÂMICA OU TAUTOMERIA

Vamos dar uma olhada em um caso muito bacana de isomeria: a isomeria dinâmica, simplesmente chamada de tautomeria. Nesse caso, dois compostos de mesma fórmula molecular e grupos funcionais diferentes, coexistem em equilíbrio dinâmico (por isso isomeria dinâmica) onde um composto está se transformando em outro e vice-versa.

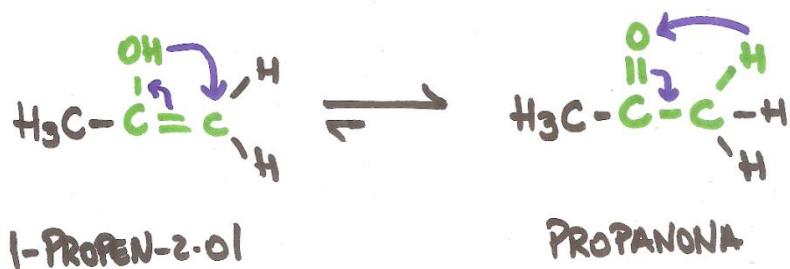
É importante se ligar que esse tipo de isomeria só ocorre em algumas situações. Primeiro o composto deve estar em fase líquida e possuir um elemento muito eletronegativo como um oxigênio ou um nitrogênio, por exemplo, ligado simultaneamente a um hidrogênio e a um carbono insaturado.

O átomo eletronegativo atrai os elétrons da dupla ligação, que é fraca e de fácil deslocamento, fazendo assim um isômero transformar-se em outro.

O exemplo mais conhecido é o ceto-enólico, que se observa em cetonas e enóis.

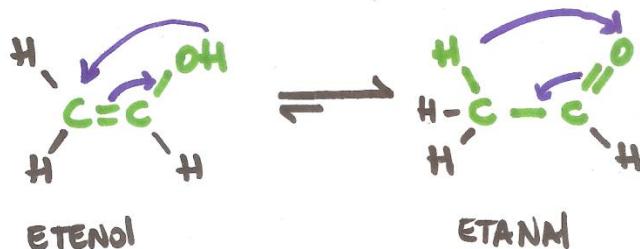
## TAUTOMERIA CETO-ENÓLICA (ENOL E CETONA)

Como o próprio nome diz ocorre um equilíbrio entre enóis e cetonas. Observe que a seta indica o composto mais estável deste equilíbrio.



## TAUTOMERIA ALDO-ENÓLICA (ENOL E ALDEÍDO)

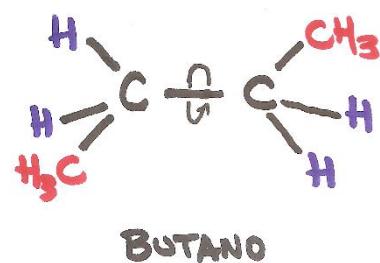
Este equilíbrio ocorre entre enol e aldeídos.



## ISOMERIA ESPACIAL GEOMÉTRICA OU CIS-TRANS

Vamos agora ver as moléculas no espaço e, para isso, vamos usar um pouco mais de imaginação para “ver as moléculas voando”. Quando existem ligações simples entre dois carbonos, a posição dos carbonos é irrelevante, uma vez que existe a possibilidade de girar no espaço.

Veja o exemplo do butano abaixo a ligação central gira livremente no espaço.



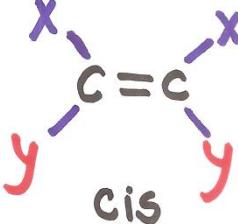
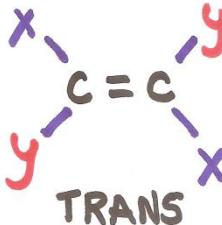
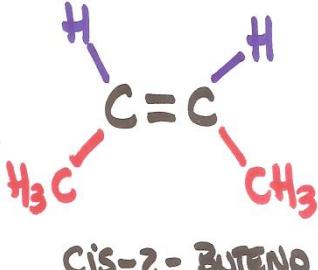
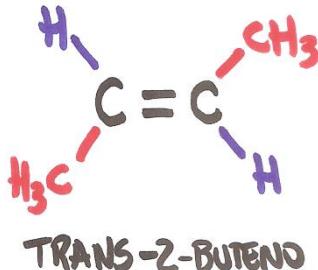
Porém, quando existe uma rigidez na ligação (a presença de uma ligação dupla), que não permita a rotação, as moléculas adquirem propriedades características muito importantes, pois segundo a sua geometria, assumirão propriedades muito distintas, conferindo a esses compostos isômeros propriedades como ponto de fusão e densidade completamente diferentes.

Esse fenômeno ocorre em compostos de cadeia aberta e de cadeia fechada.



## ISOMERIA GEOMÉTRICA EM COMPOSTOS DE CADEIA ABERTA

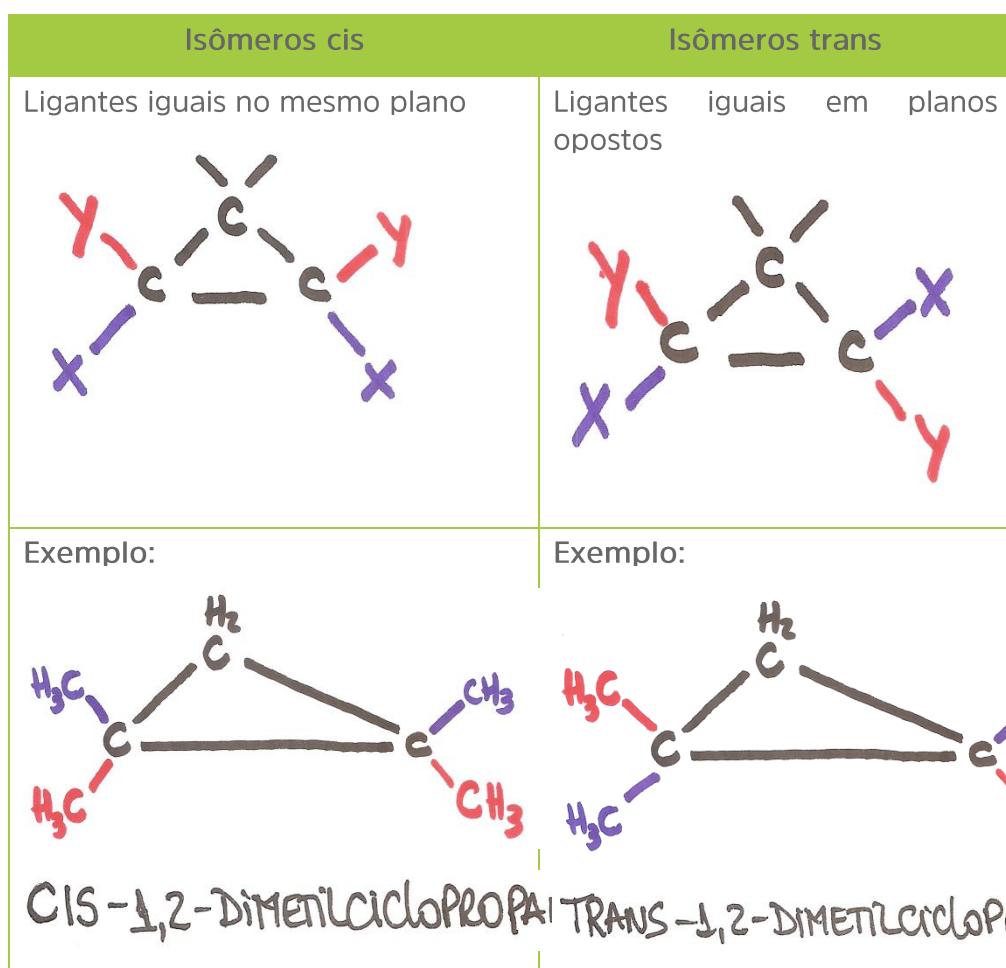
A presença de uma ligação dupla confere uma rigidez à molécula e qualquer rotação só será possível se esta for rompida. Desta forma, teremos compostos diferentes na sua geometria e, por consequência, nas suas propriedades físico-químicas. Dependendo da aproximação destes ligantes em um plano, estes serão chamados de cis ou trans. Cis quando estão no mesmo plano e trans quando estão em posição transversal. No quadro abaixo estão representados em vermelho.

Isômeros cis	Isômeros trans
Ligantes iguais no mesmo plano	Ligantes iguais em planos opostos
 <p>cis</p>	 <p>TRANS</p>
Exemplo:  <p>Cis-2-BUTENO</p>	Exemplo:  <p>TRANS-2-BUTENO</p>

## ISOMERIA GEOMÉTRICA EM COMPOSTOS DE CADEIA FECHADA

Quando estudamos uma cadeia fechada, os carbonos em função do seu anel estão “travados”, não permitindo a rotação em seu eixo. Para isso acontecer, seria necessário que o anel de ligação fosse rompido.

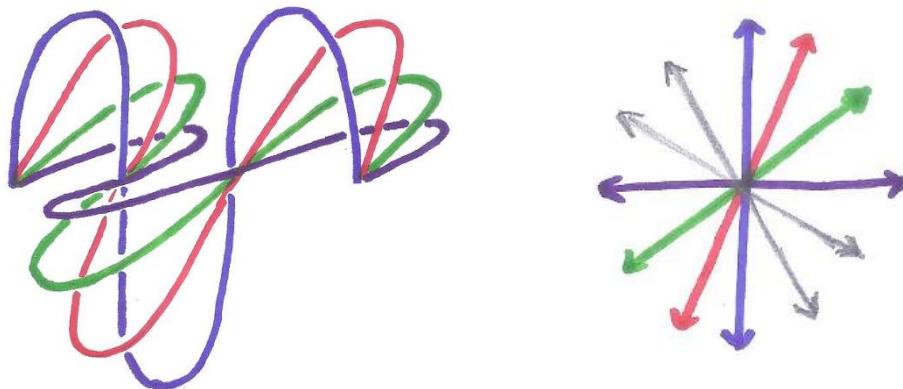
Então, você deve ter em mente que: **uma molécula cíclica é rígida** e as ligações entre os carbonos são simples.



# ISOMERIA ESPACIAL ÓPTICA

Antes de vermos a isomeria óptica, devemos saber o que significa luz polarizada.

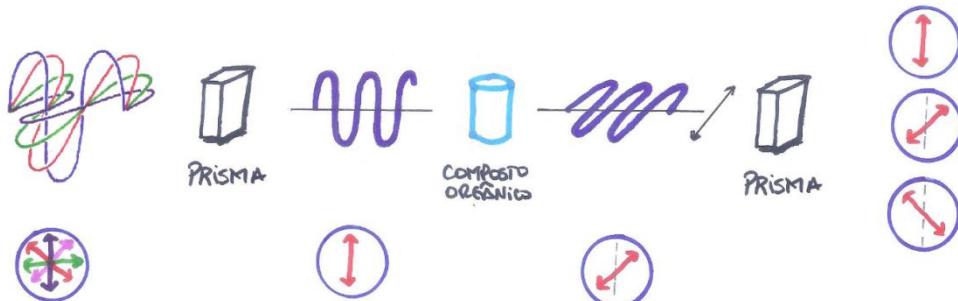
A luz do sol é, na verdade, um conjunto de ondas que se deslocam em infinitos planos. Olha o desenho abaixo:



Mas o que é luz polarizada? É o feixe de luz que passou por um polarizador e apenas um conjunto de ondas ordenadas e organizadas sai na outra extremidade.



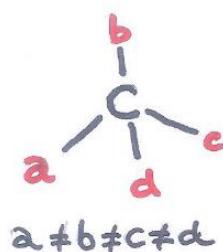
Em orgânica, usa-se um aparelho chamado polarímetro para ver esse efeito da luz sobre as moléculas analisadas.



Analisa-se se a luz foi desviada para a esquerda ou para direita – então se diz que o composto é **opticamente ativo** – ou se não sofreu qualquer desvio, quando se pode afirmar que essa amostra é **opticamente inativa**.

### MAS QUANDO TEREI UM COMPOSTO OPTICAMENTE ATIVO?

A resposta é bem simples: toda vez que eu tiver uma molécula assimétrica ou quando eu tiver um carbono assimétrico C\* (aquele que possui 4 ligantes diferentes entre si).



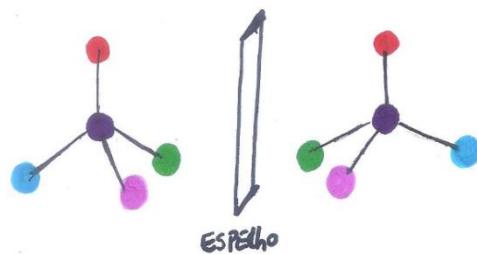
Todo composto que apresenta um carbono assimétrico terá dois isômeros ópticos ativos, chamados de levogiro (desvia a luz para a esquerda) e dextrogiro (desvia a luz para a direita), e cada um deles desviará a luz para um sentido diferente. Essas moléculas são chamadas de **quirais**.

O que é Quiral??? Quiral, em grego, significa mão. A nossas mãos, apesar de ter cinco dedos, não são iguais, na realidade, uma mão é o espelho da

outra. Este termo é utilizado na química para designar esse tipo de molécula.



E uma molécula quiral, como é?



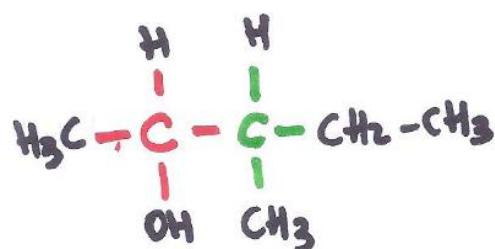
Observe que as duas moléculas em um primeiro momento até parecem iguais, mas não são. Estas moléculas são enantiômeros, uma é espelho da outra, ou seja, parecem imagens especulares.

## MISTURA RACÊMICA

Chamamos de mistura racêmica, a mistura dos dois enantiômeros. Ela é opticamente inativa cor compensação, uma vez que as moléculas dextrogiras e levogiras misturadas acabam uma cancelando o desvio da outra.

## E QUANDO UMA MOLÉCULA POSSUI MAIS DE UM CARBONO ASSIMÉTRICO?

Observe a molécula abaixo:



Os carbonos em vermelho e verde são assimétricos e eles podem desviar a luz de diferentes formas. Vamos, por convenção, dizer que o carbono vermelho desvia a luz em um ângulo  $\alpha$  e o carbono em verde em um ângulo  $\beta$ . Para melhor entender, vamos atribuir valores imaginários de  $\alpha = 30^\circ$  e  $\beta = 15^\circ$  e um desvio (+) dextrogiro e (-) levogiro.

Teremos então algumas possibilidades:

Carbono vermelho	Carbono verde	Cálculo	Desvio da luz
Gira para direita	Gira para direita	$+30^\circ + 15^\circ = +45^\circ$	Dextrogiro
Gira para direita	Gira para esquerda	$+30^\circ - 15^\circ = +15^\circ$	Dextrogiro
Gira para esquerda	Gira para esquerda	$-30^\circ - 15^\circ = -45^\circ$	Levogiro
Gira para esquerda	Gira para direita	$-30^\circ + 15^\circ = -15^\circ$	Levogiro

Teremos, portanto, quatro isômeros ópticos ativos, sendo:



Um dextrogiro (+45\*) e um levogiro (-45\*)

Um dextrogiro (+15\*) e um levogiro (-15\*)

Esses pares constituem o que chamamos de **mistura racêmica** e são **enantiomorfos**, uma vez que desviam a luz polarizada em um mesmo ângulo, mas em sentido contrário.

Já os pares:

dextrogiro (+45\*) e um levogiro (+15\*);

dextrogiro (+45\*) e um levogiro (-15\*);

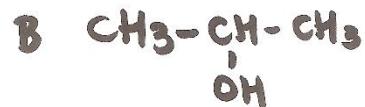
dextrogiro (+15\*) e um levogiro (+45\*);

dextrogiro (+15\*) e um levogiro (-45\*).

São chamados de **diasteroisômeros**, pois desviam a luz em ângulos diferentes e não são imagens especulares um do outro, não formando, assim, uma mistura racêmica.

## EXERCÍCIOS:

1. A propanona é largamente utilizada na síntese de entorpecentes, por isso a sua comercialização é controlada por órgãos de repressão a drogas. Qual seria o isômero funcional da propanona?
  
2. Nas moléculas abaixo:



Podemos afirmar que:

A e B são isômeros de \_\_\_\_\_

A e C são isômeros de \_\_\_\_\_

3. O isopropenol e a propanona são isômeros do tipo

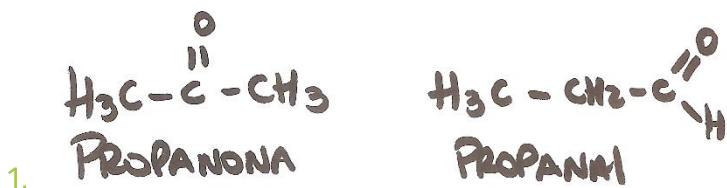
-----

4. O but-2-eno e o ciclobutano são isômeros de

-----

5. Quantos isômeros planos são possíveis para um composto que apresenta fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ ?

Respostas



2. A e B – isômeros de posição

A e C – isômeros de função

3. Tautomeria
4. Cadeia
5. 8 isômeros possíveis

## REAÇÕES ORGÂNICAS

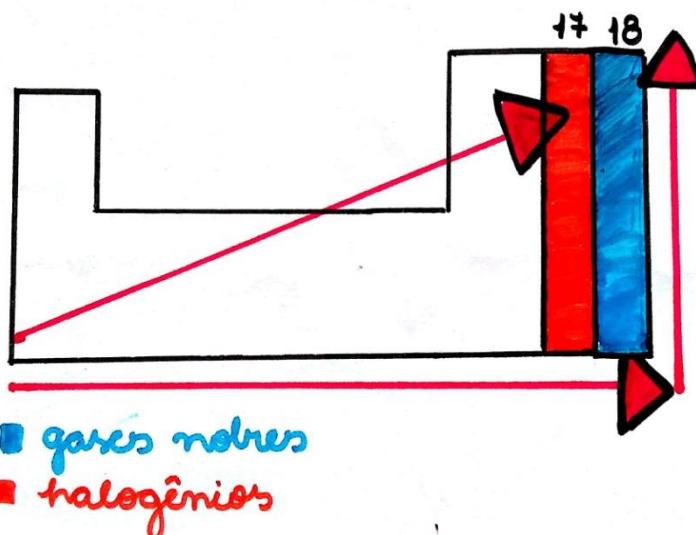
O primeiro princípio sobre reações orgânicas é: **NÃO SE ASSUSTE COM OS NOMES!** Estes nomes são muito importantes pois são utilizados em muitos vestibulares, mas ao longo desta apostila vamos ver algumas maneiras de entender essas reações e o porquê destes nomes.

Estas reações são muito importantes, pois são capazes de gerar novos compostos orgânicos e com isso temos a possibilidade de ter novos remédios, novos tipos de plásticos, alimentos, etc.

## ELETRONEGATIVIDADE

Para entendermos como funcionam as reações precisamos saber bem o que é eletronegatividade e como podemos observá-la. Lembra lá da tabela periódica? Ela será essencial nesta etapa.

### TABELA PERIÓDICA



Como podemos ver, a eletronegatividade cresce da esquerda para a direita e de baixo para cima. Há também outra versão que a coloca crescendo na diagonal; ambas estão corretas. Mas afinal, o que é a eletronegatividade? Ela é a tendência que um átomo tem de ATRAIR os elétrons para ele; quanto mais eletronegativo for o átomo, mais ele vai puxar os elétrons dos outros átomos para ele. Existem 3 elementos muito eletronegativos na tabela periódica: o Flúor, o Oxigênio e o Nitrogênio, também conhecido como FON, FON.

Quando tivermos dois átomos em que a diferença de eletronegatividade for bem grande, esta ligação será facilmente quebrada e outra poderá ser realizada no lugar. Átomos mais eletronegativos saem em busca de elétrons e, para isso, tentam pegar os elétrons dos átomos que são menos eletronegativos.

Temos dois nomes essenciais relacionados a isso:

- ✓ **NUCLEÓFILOS:** São espécies negativas ou neutras que querem ficar perto das cargas positivas que se encontram no núcleo. São também conhecidas como bases de Lewis!
- ✓ **ELETRÓFILOS:** São espécies positivas ou neutras que querem ficar perto das cargas negativas, porque afinal, opostos se atraem! Também são conhecidos como ácidos de Lewis.
- ✓ **NUCLEÓFILO SEMPRE ATACA ELETRÓFILO:** Porque quem se move são os elétrons e nunca os prótons!

## REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO

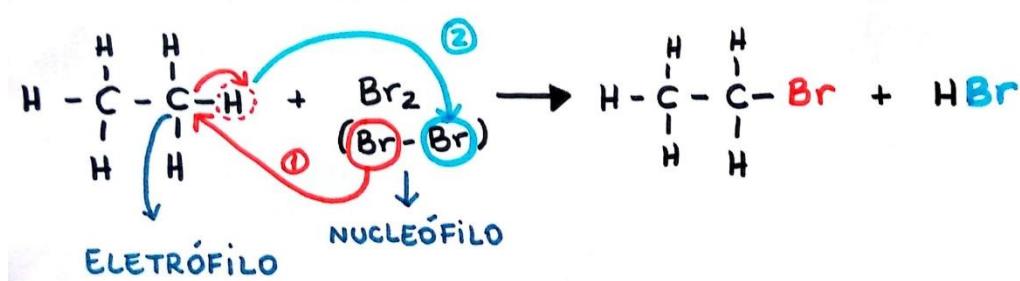
Podemos pensar de cara: Reações de substituição... o que isso pode nos dizer? Pois é, vamos **SUBSTITUIR** um átomo de uma molécula por outro átomo. Há vários tipos de reações de substituição que recebem nomes diferentes (como halogenação e hidrogenação, entre outras). Cabe ressaltar que todas estas reações são de substituição! Como aparece no vestibular? Às vezes aparece só como “Substituição”; pode aparecer também com o nome específico dela, mas isso a gente vai ver com calma na sequência.

Antes de começarmos a estudar as reações de substituição, vamos ver que **todas elas geram mais de um produto!** Isso é importante porque, quando iniciamos uma reação com duas moléculas e as fazemos reagir de modo a substituírem os átomos, novas ligações serão feitas e novos compostos serão formados.

## HALOGENAÇÃO

A halogenação ocorre quando temos a substituição de um átomo de hidrogênio por um halogênio. É bom lembrar que os halogênios são o grupo (ou família) 17 da tabela periódica (F, I, Cl, Br, etc.).

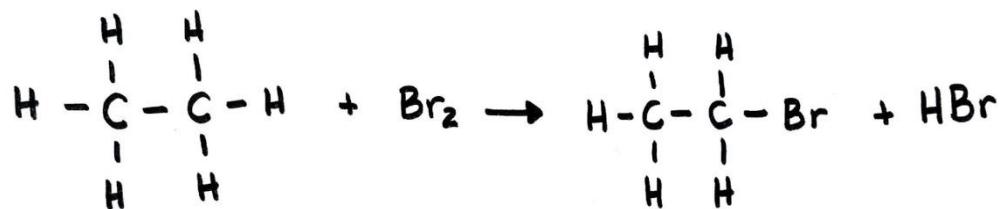
Vamos analisar a imagem abaixo:



- ✓ Passo 1: Temos um carbono que está fazendo suas 4 ligações e não tem elétrons sobrando, pois está compartilhando os 4 que ele tem com os hidrogênios, ou seja, ele é o eletrófilo. Temos um Bromo que tem 6 elétrons sobrando (1 está sendo compartilhado com o outro bromo), logo ele é o nucleófilo. Os elétrons que estão “extra” no bromo irão atacar o carbono e fazer uma ligação com ele.
- ✓ Passo 2: Como o carbono faz no máximo 4 ligações<sup>1</sup>, ele rompe uma de suas ligações com o hidrogênio e faz uma nova ligação com o bromo. O hidrogênio que “sobrou” procura alguém para se ligar e encontra o outro bromo, que também foi abandonado; assim eles formam o ácido bromídrico (HBr).

### Como cai no vestibular?

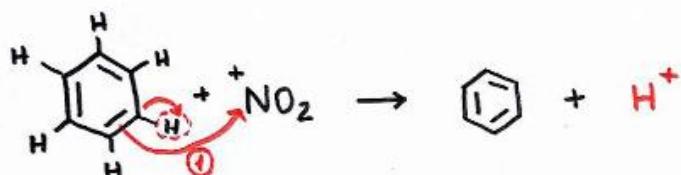
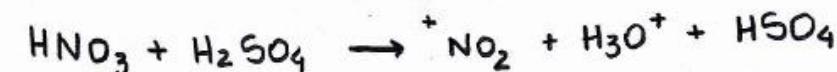
<sup>1</sup> Sabe-se hoje que o carbono é capaz de fazer mais de 4 ligações! Para mais informações deixarei no final da apostila um link para vocês acessarem, mas não se estressem... quando cair no vestibular algo relacionado com o carbono, ele ainda fará 4 ligações e não 6, tá bom? Então tá bom!



As reações vão aparecer desta maneira. Um jeito simples de identificar o que está acontecendo é observar o antes e depois. Vendo a molécula orgânica, percebemos que uma ligação com o hidrogênio foi desfeita e que no lugar dela uma ligação carbono - bromo foi formada. Ou seja, substituímos um átomo de hidrogênio por outro de bromo. Daí temos uma halogenação, porque substituímos o hidrogênio por um halogênio. Cabe ressaltar que qualquer átomo de hidrogênio poderia ter sido substituído!

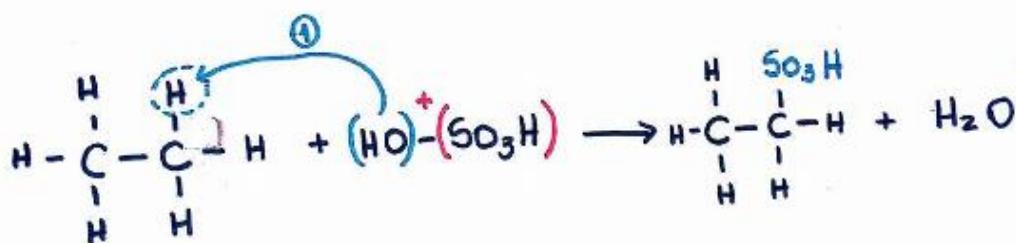
## NITRAÇÃO

Aqui, vamos substituir um átomo pelo grupo NITRO ( $\text{NO}_2$ ). Para realizar a nitração utilizamos ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) em aquecimento! Isso porque o ácido sulfúrico provoca ionização do ácido nítrico, formando  $\text{NO}_2^+$  que faz com que a reação ocorra.



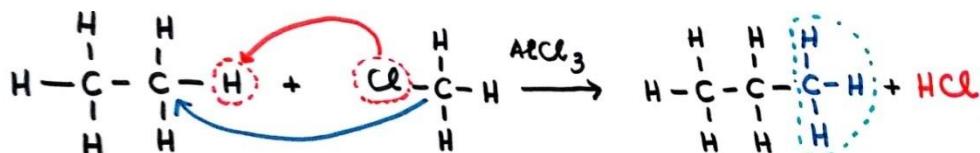
## SULFONAÇÃO

Apesar deste nome meio que fora do comum, a sulfonação é a substituição de um átomo pelo grupamento SULFÔNICO ( $\text{SO}_3\text{H}$ ). Nesta reação se utiliza apenas ácido sulfúrico concentrado para reagir.



## ALQUILAÇÃO

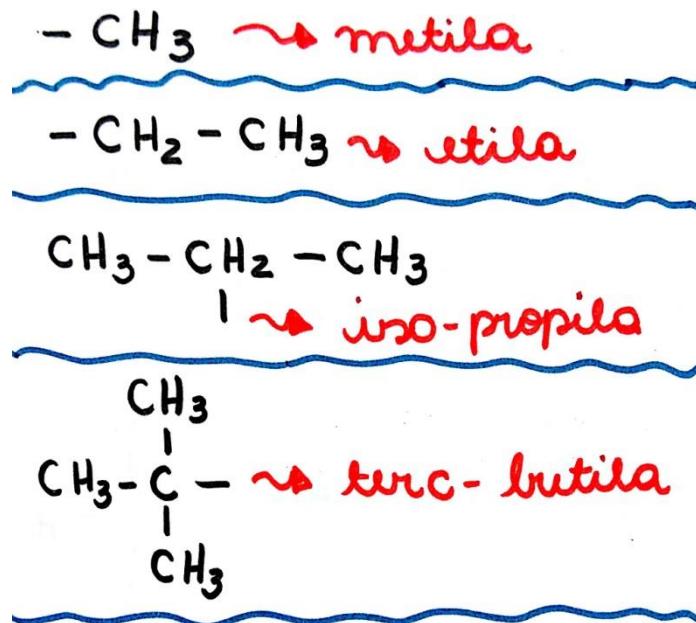
A alquilação é ocorre quando a gente insere um grupo ALQUILA. Grupos alquilas são alcanos que perderam um hidrogênio; são grupos que podem ter sido radicais um dia.



Aqui temos uma coisinha diferente que temos que comentar. Esta reação só acontece desse jeito porque o  $\text{AlCl}_3$  faz com que ela aconteça desta maneira, caso contrário, ela reagiria conforme a halogenação que nós já vimos. Este  $\text{AlCl}_3$  é um ácido de Lewis e tais ácidos são obrigatórios para todas as reações de alquilação. Dependendo do tipo de halogênio que tivermos, o ácido de Lewis também vai mudar. Um exemplo é quando o halogênio é um bromo, então se usa  $\text{FeBr}_3$ .

Alguns exemplos de grupos alquila para a gente se divertir !

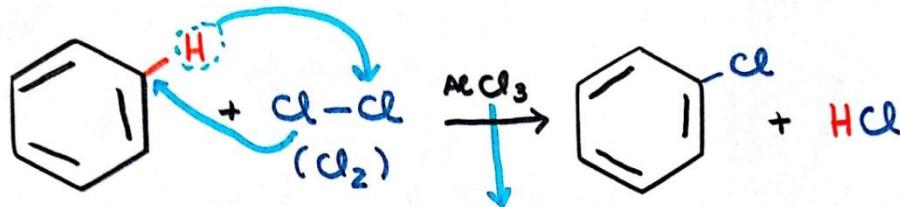




## SUBSTITUIÇÃO AROMÁTICA

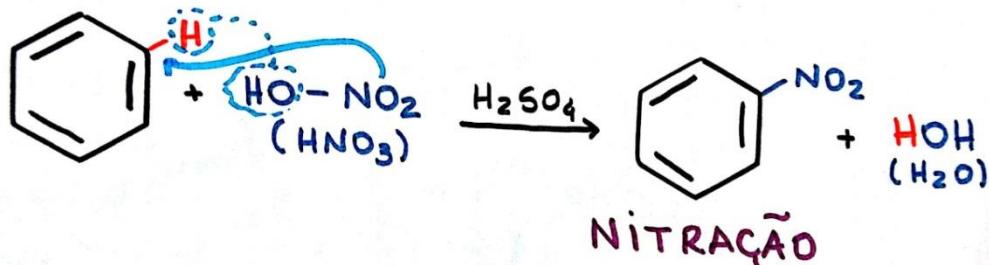
A substituição aromática acontece quando tem uma substituição em um composto aromático... (impossível um nome mais óbvio!).

Nestas reações sempre será necessária a adição de ácidos de Lewis! Isso porque compostos aromáticos (principalmente o benzeno) são pouco reativos e, para reagir, precisam de uma força a mais. Todas as reações que vimos anteriormente também poderão ser realizadas em compostos aromáticos, desde que tenham os ácidos de Lewis junto.

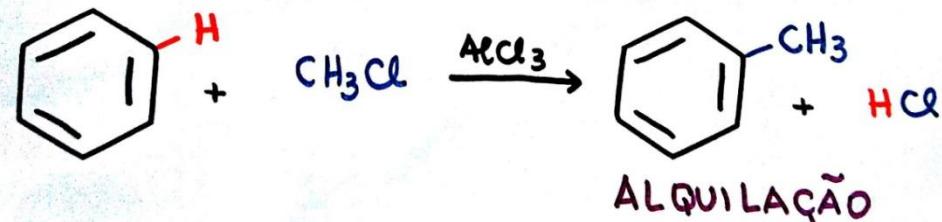


ácido de  
Lewis

HALOGENAÇÃO



NITRAÇÃO



ALQUILAÇÃO

## REAÇÕES DE ADIÇÃO

As reações de adição se baseiam em ADICIONAR moléculas novas em uma molécula orgânica já existente. Com essa informação você não pensou: "Mas como vamos adicionar novas moléculas em moléculas orgânicas se todas elas já estão fazendo suas ligações?". Por exemplo, é difícil adicionar moléculas em hidrocarbonetos, porque eles já têm todas as ligações fechadinhas e, se fossemos



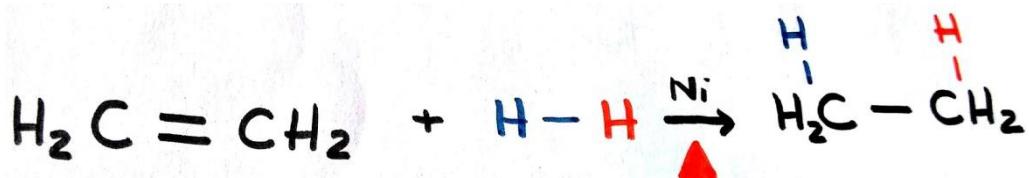
adicionar um novo átomo, teríamos que tirar outro e isso se caracterizaria como uma reação de substituição...

O pensamento é bem esse; a questão chave nas reações de adição é que, para elas acontecerem, temos que ter OBRIGATORIAMENTE uma ligação dupla ou tripla (também chamadas de insaturações!). Neste caso, essas ligações são rompidas e novas podem ser feitas no lugar!

Assim como as reações de substituição, existem vários tipos de reações de adição. O princípio é sempre o mesmo, mas, dependendo da molécula que estamos adicionando, o nome mudará! Logo, preste atenção nisso!

## HIDROGENAÇÃO

A hidrogenação ocorre quando quebramos uma dupla ou tripla ligação para adicionar dois hidrogênios. Essas reações são feitas sob aquecimento e também utilizam um catalisador metálico (se você não lembra bem dessa parte de catalisador, dá uma corrida lá no módulo de Cinética Química!), que é o níquel na maioria das vezes. Um bom exemplo da aplicação deste tipo de reação é na fabricação de margarina! As gorduras insaturadas são hidrogenadas.



## HIDRO - HALOGENAÇÃO

A hidro-halogenação ocorre quando adicionamos hidrogênio e um halogênio em uma molécula insaturada.



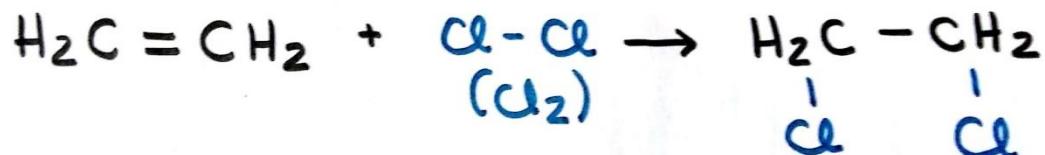
## HIDRATAÇÃO

Reações de hidratação ocorrem quando adicionamos água em uma molécula orgânica com dupla ou tripla ligação. Também se usa um catalisador!



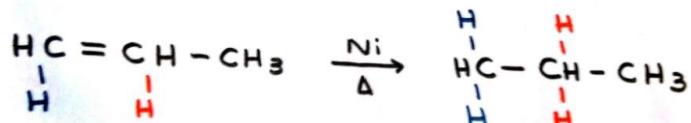
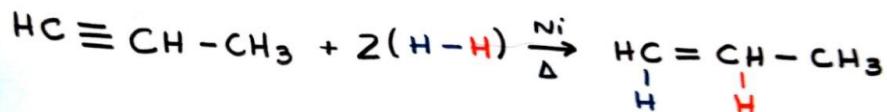
## HALOGENAÇÃO

Halogenação nada mais é do que adicionar halogênios.



Nos exemplos abaixo podemos observar como funcionam reações de adição com ligações triples:



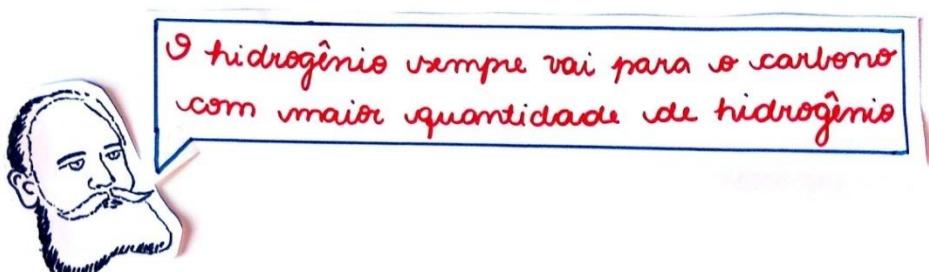


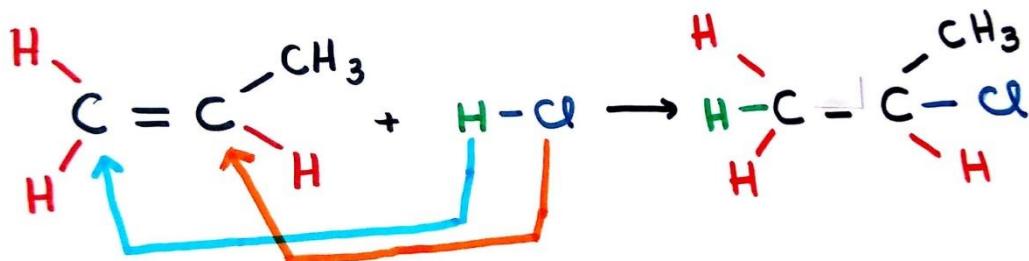
Neste caso, temos primeiro a quebra da ligação tripla em dupla e depois da dupla em simples. Temos que notar também que há 2 H<sub>2</sub> envolvidos na reação; se fosse apenas um, teríamos apenas a conversão da tripla em dupla.

## REGRA DE MARKOVNIKOV

Esta regrinha é mega importante pra gente, já que ela fala onde os hidrogênios das reações de adição vão entrar. Nos exemplos que vimos acima utilizamos a molécula de eteno; ela é simétrica (um lado igual ao outro) e, por isso, tanto faz onde o hidrogênio vai entrar. Mas Markovnikov percebeu com seus estudos que, se utilizamos alcenos, que não são simétricos, o hidrogênio SEMPRE vai para um carbono em específico.

A regra é clara:





Neste caso, temos um alceno que tem lados diferentes e estamos reagindo-o com um hidro-halogênio. Neste caso o hidrogênio vai para o carbono com mais hidrogênios e o cloro vai para o carbono com menos.

## REAÇÕES DE ELIMINAÇÃO

As reações de eliminação são aquelas em que ELIMINAMOS uma molécula de um composto orgânico e, com isso, temos a formação de ligações duplas ou triplas. Simples, né? O nome já diz tudo!

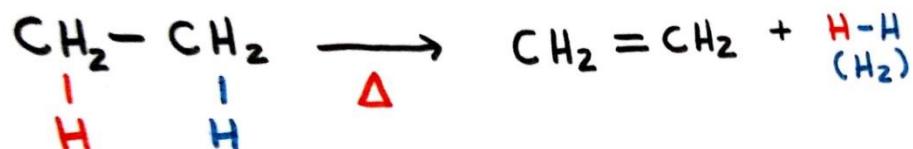
### ELIMINAÇÃO DE HIDROGÊNIO (DESIDROGENAÇÃO)

Neste tipo de reação vamos eliminar hidrogênio de uma molécula para formar uma ligação dupla ou tripla. Também existe o nome de “desidrogenação”, que é mais estranho, mas pode aparecer, então se liga! Vamos ressaltar também que precisamos de uma fonte de calor para que isso aconteça!

Vemos isso acontecer no nosso cotidiano quando fritamos alimentos! Temos o óleo líquido e, conforme o esquentamos, depois de um

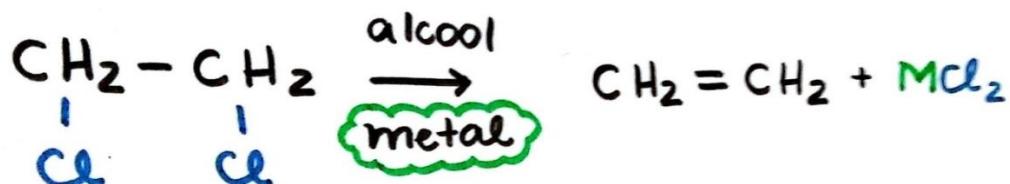
tempo ele começa a ficar meio sólido. Isso acontece porque ele começa a ficar com insaturações e vira gordura!

p.s.: óleo é líquido à temperatura ambiente, já a gordura é sólida!



### ELIMINAÇÃO DE HALOGÊNIOS (DESALOGENAÇÃO)

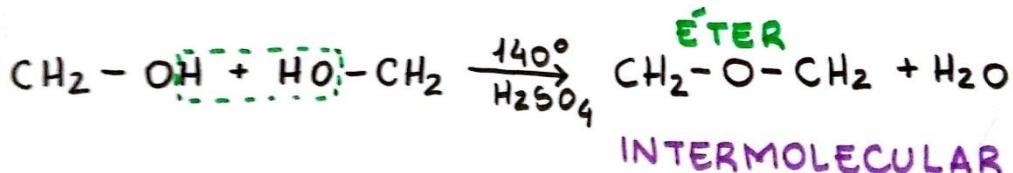
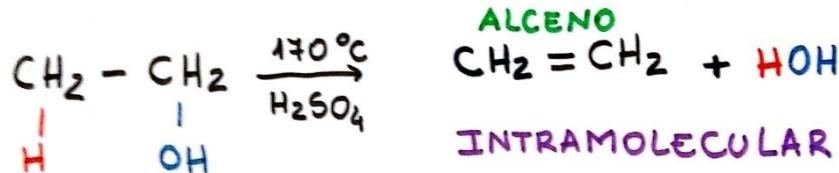
Na eliminação de halogênios vamos eliminar, obviamente, halogênios! Mas para isso precisamos de um metal mais eletropositivo que o carbono, porque, do contrário, esses halogênios não sairão do carbono. O álcool entra na reação como catalisador, ou seja, vai fazê-la acontecer mais rápido.



### ELIMINAÇÃO DE ÁGUA (DESIDRATAÇÃO)

Para realizar a eliminação de água de uma molécula orgânica precisamos aquecer a molécula e também colocar ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Além disso, há duas formas principais neste tipo de eliminação: a intramolecular, quando ocorre dentro de uma molécula, ou a intermolecular, quando ocorre com duas moléculas. Vamos ver uns exemplos?

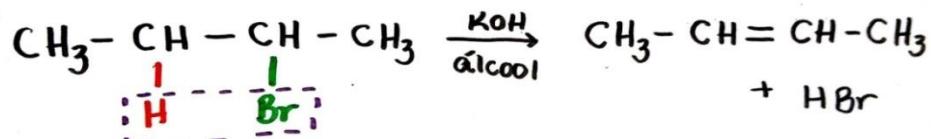




OPA! Surgiu coisa nova, né? Então, quando há eliminação de água em reações intermoleculares, o que ocorre não é a formação de um alceno, mas sim a formação de um ÉTER! Aqui temos que cuidar, porque pode aparecer álcoois da seguinte forma:  $2(\text{CH}_2\text{OH})$ . E dá pra reagir dois álcoois diferentes? Pode sim!

### ELIMINAÇÃO DE HIDRO-HALOGÊNIOS (DESIDROALOGENAÇÃO)

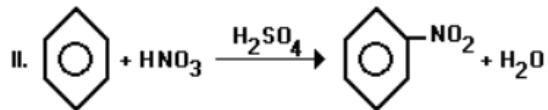
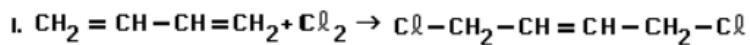
Na eliminação de hidro-halogênios precisamos adicionar uma base forte; neste caso utilizamos KOH. Além disso, para a reação acontecer mais rápido, utilizamos um álcool para catalisá-la.



### EXERCÍCIOS

- 1) (Cesgranrio) Considere as seguintes reações orgânicas:





- a) adição, substituição, eliminação.
- b) adição, eliminação, substituição.
- c) eliminação, adição, substituição.
- d) eliminação, substituição, adição.
- e) substituição, adição, eliminação.

Correta: A

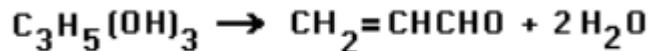
## RESOLUÇÃO

I) Temos uma molécula com duas duplas ligações reagindo com cloro. No final, esses dois cloros foram adicionados à molécula inicial. Ou seja, é uma reação de adição que também pode ser chamada de halogenação.

II) Na reação II temos um benzeno reagindo com ácido nítrico, formando um composto nitrogenado. Nesta reação temos um hidrogênio do benzeno que foi substituído pelo grupo nitro, caracterizando uma reação de substituição.

III) Na reação III temos um composto com cloro reagindo com uma base e formando um composto com dupla ligação. Sempre que saímos de um composto com ligação simples para um com dupla temos uma reação de eliminação. De fato, o cloro foi eliminado do composto inicial.

2) (Unirio) Durante o cozimento da carne, a gordura nela existente produz som ("chiadeira") e aroma peculiares. O glicerol presente na gordura decompõe-se em acroleína (líquido incolor e de forte odor) e água, segundo a reação:



glicerol

acroleína

O tipo da reação acima apresentada é:

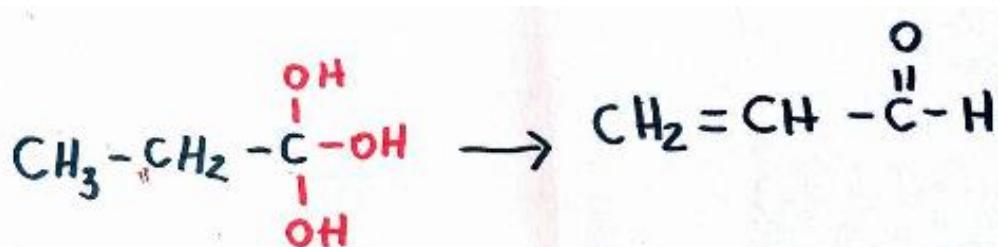
- a) eliminação de aldeídos.
- b) eliminação de álcoois.
- c) substituição de álcoois.
- d) substituição de ácidos.
- e) adição de aldeídos

Correta: B

## RESOLUÇÃO

Uma dica é: Toda vez que temos um composto que faz ligações simples e depois está fazendo uma ligação dupla, temos uma reação de eliminação! Se ficar muito ruim de ver a estrutura, você pode desenhá-la para facilitar, tipo assim:

Estas hidroxilos poderiam estar também uma em cada carbono, formando uma estrutura  $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$ . A moral é identificar que o composto do início é um álcool! Com isso temos uma reação de eliminação e estamos eliminando a função álcool para formar um aldeído, ou seja, eliminação de álcoois.



**PARA SABER MAIS!****Sites:**

- ✓ Sociedade Científica - Carbono visto em ligação com seis outros átomos pela primeira vez.

<http://socientifica.com.br/2017/01/carbono-visto-em-ligacao-com-seis-outros-atomos-pela-primeira-vez/>

É sempre bom estarmos atualizados das descobertas científicas. Esse texto é ótimo e fala sobre as 6 ligações possíveis do carbono neste composto. Cabe ressaltar que, se a questão não falar especificamente deste composto e se não falar que este carbono está fazendo 6 ligações, ficaremos com o nosso clássico carbono tetravalente (fazendo 4 ligações).

- ✓ compoundChem  
<http://www.compoundchem.com/2014/05/22/typesofisomerism/>

Uma tabela bacana de resumo sobre isomeria.

- ✓ infoescola  
<http://www.infoescola.com/quimica/isomeria/>

Um resumo bacana do conteúdo que abordamos.

## REFERÊNCIAS

PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., Química na abordagem do cotidiano, volume 1, 4<sup>a</sup> edição, ed moderna, São Paulo, 2006

USBERCO, João; Salvador, Edgard. Química Geral. 12<sup>a</sup>.ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 480 p.

McMURRY, J., Química Orgânica vol. 1 e vol. 2. Editora CENGAGE Learning. Tradução da 6<sup>a</sup> Edição Norte Americana, 2008KOTZ, John C.; TREICHEL

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. único. 4<sup>a</sup>.ed. São Paulo: Moderna, 2005. 700 p.

PARTE IV

# QUÍMICA

03

## POLÍMEROS

*meSalvo!*

## POLÍMEROS

E aí, pessoal do Me Salva! Tudo tranquilo?

A apostila que tá iniciando agora é sobre um assunto super presente no seu cotidiano: a **bioquímica**! :)

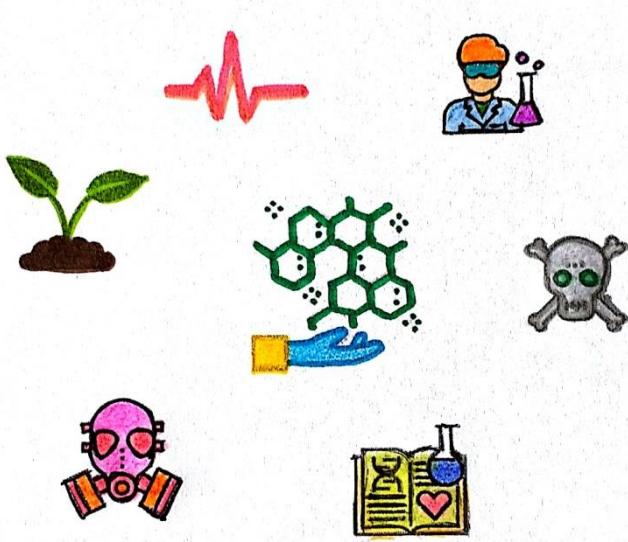
Como o próprio nome diz, a bioquímica é uma **área da ciência interdisciplinar**, centrada em **processos químicos e físico-químicos** que ocorrem nos sistemas biológicos. Diversas disciplinas científicas são abrangidas pela bioquímica, incluindo **genética, microbiologia, medicina, ciência forense e botânica**.

Os bioquímicos são capazes de **analisar como as células se comunicam** entre si durante diversas situações, como por exemplo ao longo do crescimento do corpo ou no decorrer de uma luta contra determinada doença. Além disso, eles conseguem **entender como a estrutura de uma molécula se relaciona com sua função biológica**, permitindo assim que eles prevejam como as moléculas irão interagir em um organismo que seja de interesse. Mas o que permite que bioquímicos saibam todas essas coisas?

O princípio é que, embora **exista uma grande diversidade de organismos vivos, a composição química e as reações metabólicas envolvidas neles são semelhantes**. Todos - bactérias, protozoários, fungos, plantas e animais - são compostos apenas por biomoléculas.

**O nosso objetivo aqui será justamente o estudo das biomoléculas.** Elas são **moléculas muito grandes** constituídas por vários átomos ligados covalentemente. Os principais são **carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, enxofre e fósforo**. Biomoléculas incluem macromoléculas, como **proteínas, glicídios e lipídios**; além de pequenas moléculas, como metabólitos primários e secundários e produtos naturais.

Bora estudar???

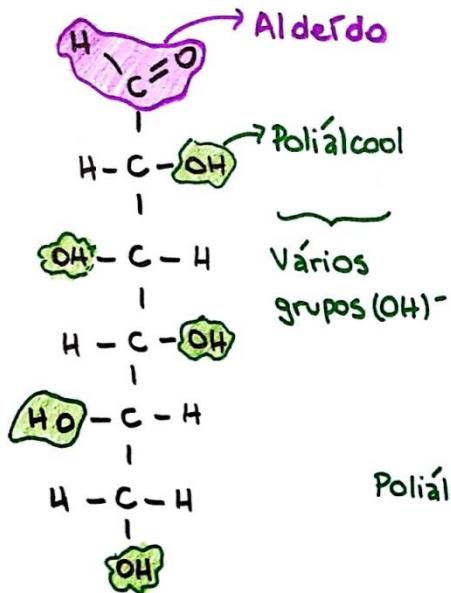


## GLICÍDIOS

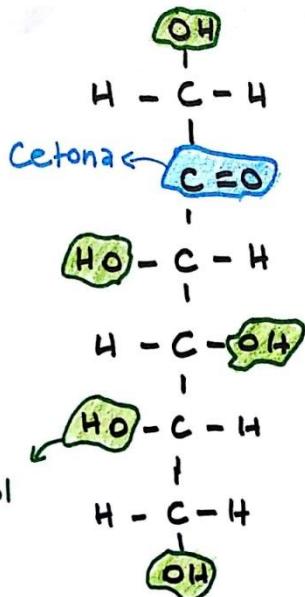
Essa classe de moléculas compreende **diversos tipos de estruturas**, desde o açúcar que usamos nos alimentos a polímeros naturais como celulose (note que o termo “*glicos*” vem do grego e significa doce). outrora, também eram chamados de **açúcares**, uma vez que o açúcar comum é um dos seus representantes. Também podem ser chamados de hidratos de carbono ou **carboidratos**.

Em quase tudo que produzimos ou comemos, podemos encontrar pelo menos um glicídio envolvido em sua síntese. Entre os mais simples, porém essenciais aos seres vivos, estão as moléculas de glicose e frutose:

## GLICOSE



## FRUTOSE



Quimicamente, glicídios são compostos que cumprem pelo menos um dos pré-requisitos abaixo:

- Possuem uma das seguintes funções químicas: do tipo poliálcool - aldeído; do tipo poliálcool - cetona,
- Originam moléculas com uma das funções descritas acima, após sofrerem hidrólise.

Ou seja, possuem ou originam compostos com no mínimo uma das funções:



Lembre-se: Reações de hidrólise podem envolver compostos orgânicos e inorgânicos. Nas, a molécula de água efetua uma dupla troca com outro composto de acordo com a fórmula geral:



## REAÇÕES ENVOLVENDO GLICÍDIOS

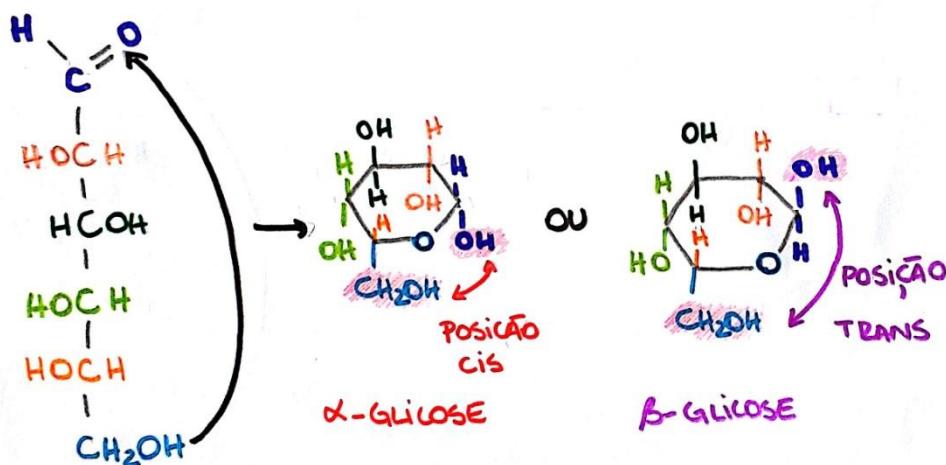
Por apresentarem as funções polialcool - aldeído ou polialcool - cetona, a reatividade de glicídios será a correspondente a dessas funções, conforme já foi estudado nas aulas de orgânica. Costuma-se dividir essas moléculas em **redutoras** (aldeídos, que sofrem oxidação, formando ácidos carboxílicos) e **não redutoras** (cetonas, que não sofrem oxidação) quando se estuda a reatividade de açúcares.

## MONOSSACARÍDEOS

Os monossacarídeos são açúcares que possuem de 3 a 7 carbonos e que não sofrem hidrólise. Por conta dessa propriedade, são também chamados de monômeros. Sua nomenclatura sempre é terminada pelo termo "ose". Entre os glicídios, eles representam as **moléculas mais simples**.

Por conta da função polialcool, monossacarídeos podem apresentar diversos **carbonos assimétricos** em sua estrutura, por isso muitos deles possuem **isômeros ópticos**. Além disso, podem apresentar **outros tipos de isomeria**, tanto plana quanto espacial.

Usualmente, monossacarídeos são encontrados na natureza como moléculas de **cadeia carbônica fechada (cíclica)**; não na forma mostrada anteriormente em que a cadeia carbônica está aberta. Esse fenômeno ocorre devido a uma **reação intramolecular** entre os grupos funcionais **hidroxila** e **carbonila** de uma mesma molécula de monossacarídeo. As estruturas cíclicas da glicose ( $\alpha$ -glicose e  $\beta$ -glicose) estão ilustradas abaixo:



Uma maneira com a qual são classificados é de acordo com o número de carbonos que possuem em suas estruturas. Nessa classificação, estão inseridas as trioses ( $C_3H_6O_3$ ), tetroses ( $C_4H_8O_4$ ), pentoses ( $C_5H_{10}O_5$ ), hexoses ( $C_6H_{12}O_6$ ) e heptoses ( $C_7H_{14}O_7$ ). Falaremos das hexoses e das pentoses mais importantes mais adiante.

Monossacarídeos podem ser também divididos tendo em vista seu grupo funcional. Enquanto as aldoses possuem o grupo aldeído em sua estrutura, como é o caso da glicose; as cetoses têm o grupo cetona em sua molécula, como a frutose. Desse modo, é dito que a glicose é uma aldo-hexose, pois possui seis carbonos e um grupo aldeído.

### GLICOSE, GLUCOSE, DEXTROSE OU AÇÚCAR DE UVA

Conforme já comentado anteriormente, a glicose é aldo-hexose de fórmula  $C_6H_{12}O_6$ . Na natureza, pode ser encontrada nas **uvas** e em **vários outros frutos**. Também pode ser produzida industrialmente pela hidrólise do amido, um polissacarídeo que veremos mais adiante.

Ela é usada na fabricação de açúcar e de alimentos doces. Usualmente, é chamada de “**açúcar do sangue**”, pois é o glicídio mais simples que circula em nossas veias. Sua concentração em nossa corrente sanguínea é controlada pelos hormônios secretados por nosso pâncreas. O excesso (hiperglicemia, diabetes) ou falta (hipoglicemia) de açúcar crônicos no sangue configuram doenças. No primeiro caso, o tratamento é feito com

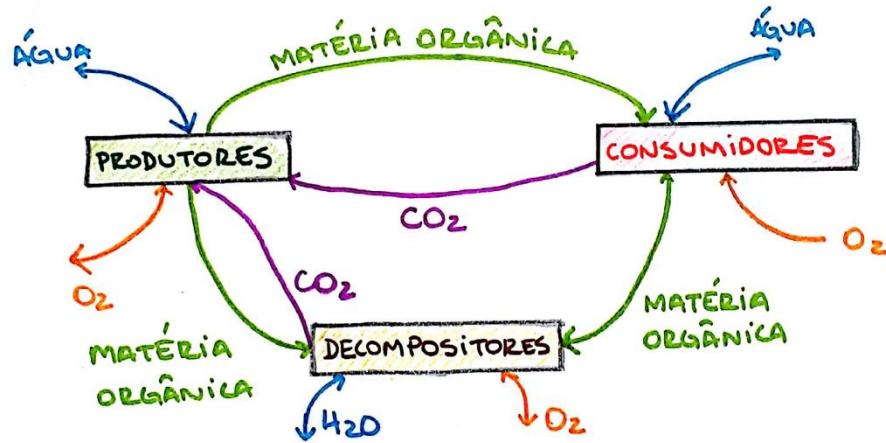
uso de medicamentos como a insulina; no segundo, com aplicação de soro glicosado.

## FRUTOSE OU LEVULOSE

Também mostrada anteriormente, a frutose é a ceto-hexose mais comum, de fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ . Assim como a glicose, é usada na fabricação de alimentos. Por ser encontrada na natureza no mel e em muitos frutos, é também chamada de “açúcar de frutas”. Pode também ser obtida a partir da hidrólise do polissacarídeo inulina.

## MONOSSACARÍDEOS E O METABOLISMO DOS SERES VIVOS

Monossacarídeos têm um papel importante nos processos metabólicos que completam o chamado “ciclo da energia”:



Na natureza, seres autótrofos são seres capazes de sintetizar matéria orgânica a partir da inorgânica (através do processo da fotossíntese ou da quimiossíntese). Por isso são chamados também de produtores dentro da cadeia alimentar. A equação geral da fotossíntese está abaixo, na qual a hexose gerada pode sofrer condensação, produzindo então dissacarídeos e polissacarídeos, que estudaremos em seguida:



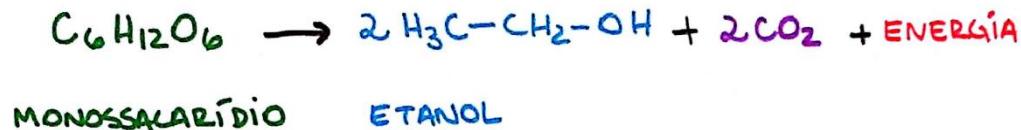
Já seres heterótrofos não conseguem produzir matéria orgânica, motivo pelo qual precisam dela previamente criada pelos produtores para gerar energia. Seres heterótrofos podem ocupar a posição de **consumidores** ou **decompositores** dentro da cadeia alimentar. Os consumidores são aqueles que se alimentam de outros seres vivos para produzir energia (carnívoros, herbívoros e onívoros). Já os decompositores degradam a matéria orgânica de cadáveres (de vegetais ou animais) para obter energia.

Ambos consumidores e produtores realizam o processo da respiração celular para obter energia. A equação abaixo representa o processo. A hexose em geral consumida é a glicose, mas outras também podem sofrer oxidação nas células, como a frutose e a galactose (açúcar presente no leite e derivados):



Note que o **processo geral** pode ser visto como uma **reação de combustão**. Porém, quando é contemplado o mecanismo de reação da respiração dentro das células, nota-se maior **complexidade**. Na verdade, ela passa por três fases, como é estudado nas aulas de biologia: *glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória*.

Por fim, note que os decompositores desempenham o importante papel de “reciclar” nutrientes. Dentro desse grande grupo, encontram-se fungos, bactérias e protozoários, que utilizam rotas metabólicas distintas para gerar energia. Dentro destas, destaca-se a fermentação alcoólica, realizada por leveduras (fungos unicelulares), que pode consumir diversos monossacarídeos, como as hexoses, para gerar energia:



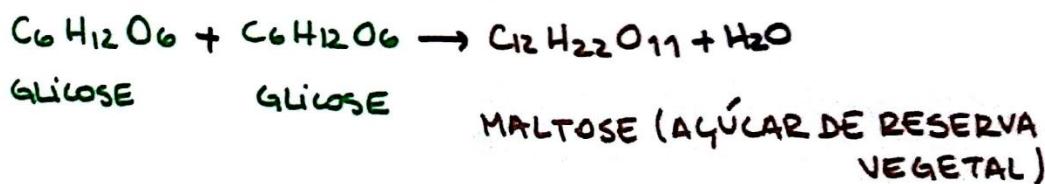
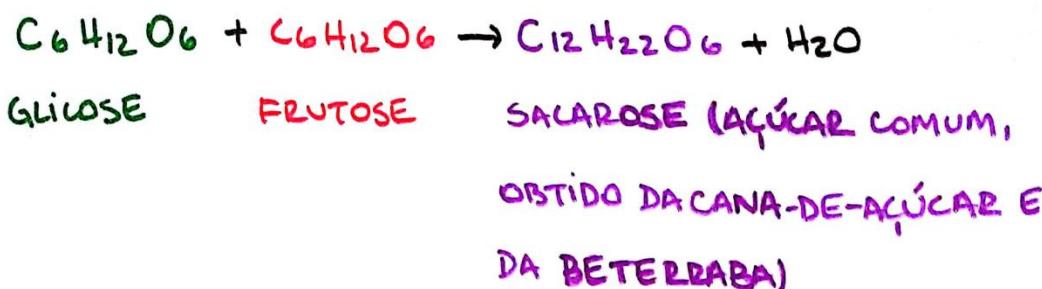
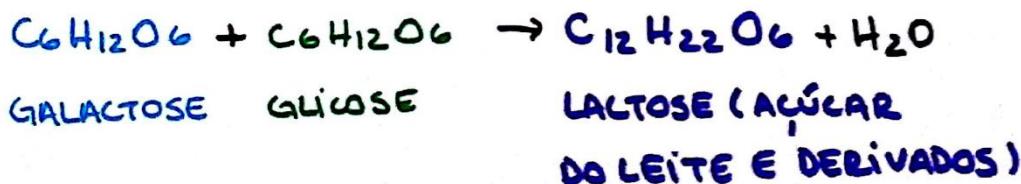
É a partir da cultura de microrganismos que utilizam essa rota metabólica que é produzido o etanol (álcool comum) a partir da cana-de-açúcar. Existem ainda muitas outras aplicações biotecnológicas envolvendo

a manipulação dos decompositores, como a produção de iogurtes, salames, molho shoyo, entre outras.

## DISSACARÍDIOS

Dissacarídeos são glicídios formados pela união de dois monossacarídeos. Os monômeros ligam-se através de uma ligação covalente, também chamada de ligação glicosídica.

Ao contrário dos seus antecessores, os dissacarídeos podem sofrer hidrólise. Nesse caso, eles produzem seus monossacarídeos originais. Exemplos de dissacarídeos importantes são:



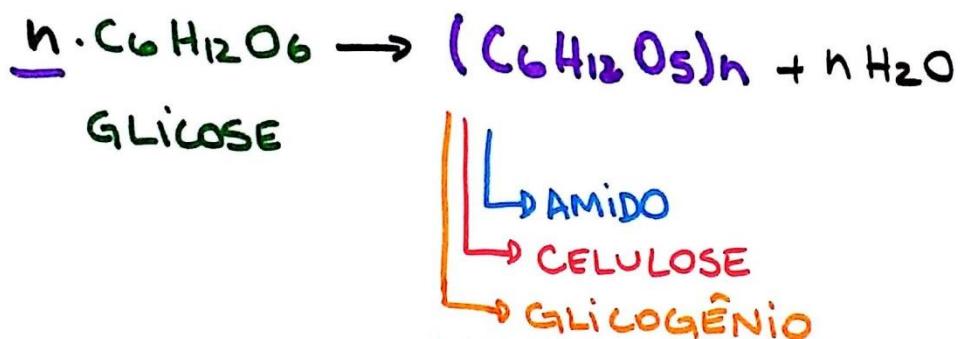
Generalizando, pode se dizer que:



A reação direta é chamada de reação de condensação<sup>1</sup>, enquanto que a inversa é dita de hidrólise do dissacarídeo.

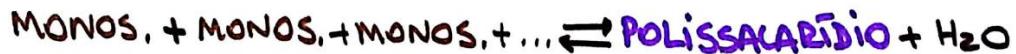
## POLISSACARÍDEOS

Polissacarídeos são glicídios formados pela união de vários moléculas de monossacarídeos. Entre eles, destaca-se o amido, a celulose e o glicogênio, ambos produtos de condensação de monômeros de glicose:



As propriedades diferentes do amido e da celulose são atribuídas às distintas estruturas tridimensionais deles. Enquanto o amido é um polissacarídio formado a partir da condensação da  $\alpha$ -glicose, a celulose é polissacarídio resultante da condensação da  $\beta$ -glicose. Já o glicogênio apresenta conformação diferenciada, com diversas ramificações.

Tornando o conceito abrangente, podemos dizer que:



### AMIDO

<sup>1</sup> Reações de condensação são aquelas em que duas moléculas se combinam para gerar uma única molécula maior. Durante o processo, também ocorre a liberação de outra molécula menor. No caso em que a molécula menor é a água, a reação é também chamada de desidratação.

O amido tem papel de polissacarídeo de reserva em plantas, ou seja, é uma das formas usadas por eles para armazenar alimento (na forma de glicose) para ser usado quando houver necessidade. Sementes, caules e raízes, como feijão, batata e mandioca, respectivamente, são ricas em amido. O organismo humano é capaz de digeri-lo através da hidrólise, que gera glicose. Ela é feita em nosso intestino, com ajuda de enzimas.

## CELULOSE

Estima-se que em torno de 50 % de toda a matéria orgânica que existe em nosso planeta está sob a forma de celulose. Ela é o polímero de estrutura das plantas, forma a parede de suas células e está presente em diversos vegetais e frutas (alimentos fibrosos). Diversos produtos do nosso cotidiano são obtidos a partir da celulose, como tecidos (celulose do algodão) e papel (celulose da madeira de pinheiros, eucaliptos, entre outros).

Ainda que contribuam para o bom funcionamento do intestino humano, o nosso organismo não possui as enzimas necessárias para digerir a celulose. Seu papel nesse caso é garantir boa consistência e movimentação às fezes, uma vez que ela passa pelo nosso intestino sem sofrer alteração. Já animais herbívoros, como o boi e o cavalo, são capazes de digerir celulose porque possuem, em seu sistema digestório, bactérias e protozoários que os ajudam nesse processamento.

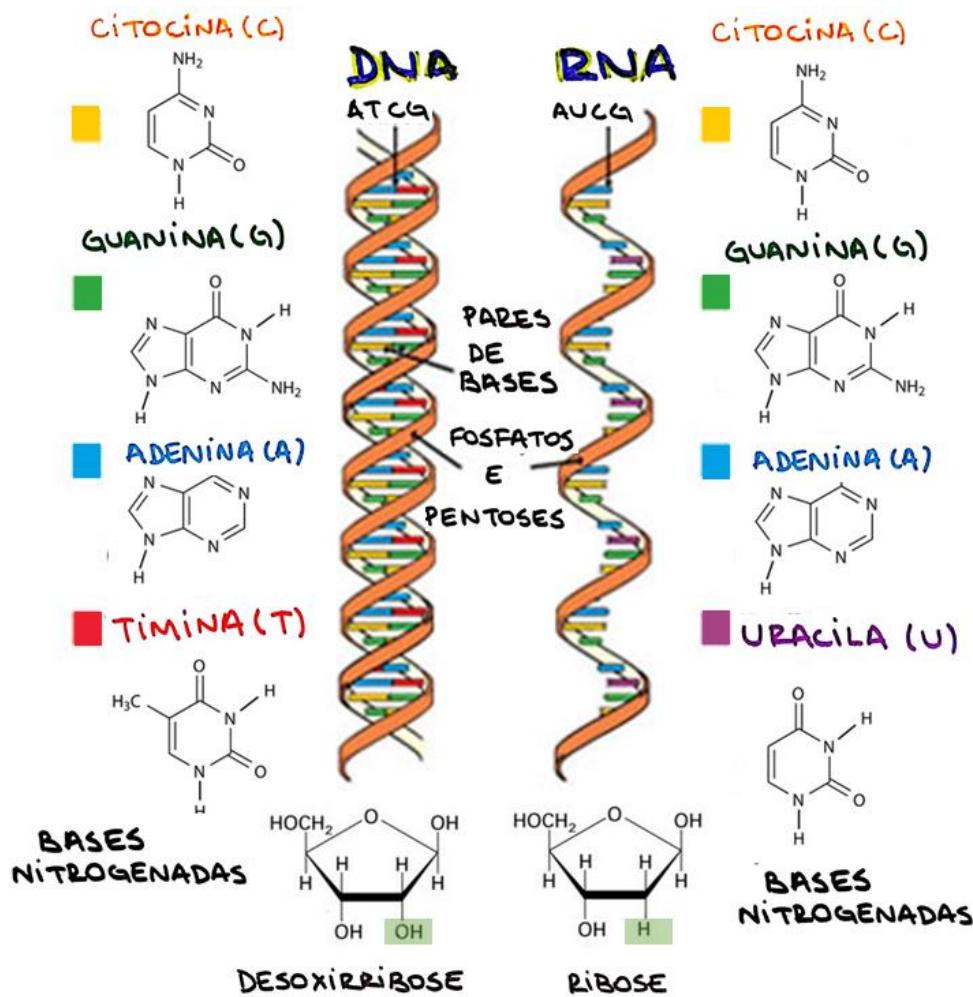
## GLICOGÊNIO

Também formado pela condensação de moléculas de glicose, esse polissacarídeo é a reserva alimentar dos animais, encontrada nos músculos e no fígado. Quando o organismo necessita de glicose, converte o glicogênio em glicose. Por tal razão, o glicogênio é também chamado de “amido animal”.

## ÁCIDOS NUCLÉICOS

Ácidos nucléicos são as maiores e mais complexas macromoléculas encontradas nos organismos vivos. Elas são originadas através da união de moléculas de **ácido fosfórico, pentoses e bases nitrogenadas cíclicas**. Os ácidos nucleicos podem ser divididos em dois grandes grupos, de acordo com sua estrutura molecular:

- ✓ **Ácido ribonucléico (RNA)**: é formado por moléculas de ácido fosfórico, pela **pentose D-ribose** e pelas bases nitrogenadas citosina (C), guanina (G), chamadas de bases purinas; adenina (A) e timina (T), denominadas bases pirimídicas;
- ✓ **Ácidos desoxirribonucléico (DNA)**: constituído por moléculas de ácido fosfórico, pela **pentose 2-desoxirribose** (também chamada D-desoxirribose), e pelas bases nitrogenadas C, G e A, no entanto, **ao invés da base T, observa-se a base uracila (U)**. A base U é também pirimídica. A 2-desoxirribose apresenta um átomo de oxigênio a menos que a ribose (daí a origem de seu nome).
- ✓ **RNA e DNA são diferentes também em relação a sua estrutura.** Enquanto o RNA é formado por uma **fita simples**, o DNA é formado por uma **fita dupla**. Lembre-se que, na conformação do DNA, as bases nitrogenadas púricas ( $C \equiv G$ ) e pirimídicas ( $A = T$ ) são unidas entre si por pontes de hidrogênio.



Nas disciplina de biologia, estudamos que os ácidos nucleicos têm papel essencial relacionado ao mecanismo de controle metabólico celular (funcionamento da célula) e transmissão hereditária das características genéticas dos seres vivos. São eles também que diferenciam os seres vivos, até mesmo os de mesma espécie. RNA e DNA têm também funções biológicas específicas, que devem ser entendidas nas aulas de bio, ok?

## LIPÍDIOS

Esse grupo de biomoléculas é, assim como o dos glicídios, bastante amplo: engloba todas as gorduras existentes na natureza, de origem animal e vegetal

(note que termo “*lipos*”, de origem grega, significa gordura). Nós sabemos diferenciar os lipídios de outras espécies químicas mesmo não tendo a disposição um instrumento de análise química, quer ver?

Os lipídios são substâncias **untuosas ao tato, insolúveis em água** (e solúveis em solventes orgânicos, ou seja, **lipossolúveis**) e **provocam manchas** características em tecidos e em papéis (as famosas “manchas de gordura”, de difícil remoção). Isto é, têm propriedades organolépticas - que podem ser percebidas pelos sentidos humanos - em comum. Mas o que será que confere estas características?

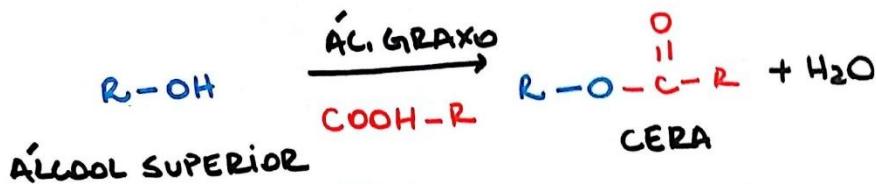
Primeiramente, os lipídios podem ser divididos entre **lipídios simples** e **lipídios complexos**.

- Os **lipídios simples** são **ésteres** formados a partir da **condensação de ácidos graxos e os mais variados álcoois**.
- Já **lipídios complexos** compreendem **outras estruturas moleculares**, frequentemente **cíclicas**.

Tanto lipídios simples quanto complexos possuem papel biológico importante, como analisaremos a seguir. Estudaremos a seguir as classes mais importantes de lipídios simples, na qual as substâncias são enquadradas de acordo com sua constituição química.

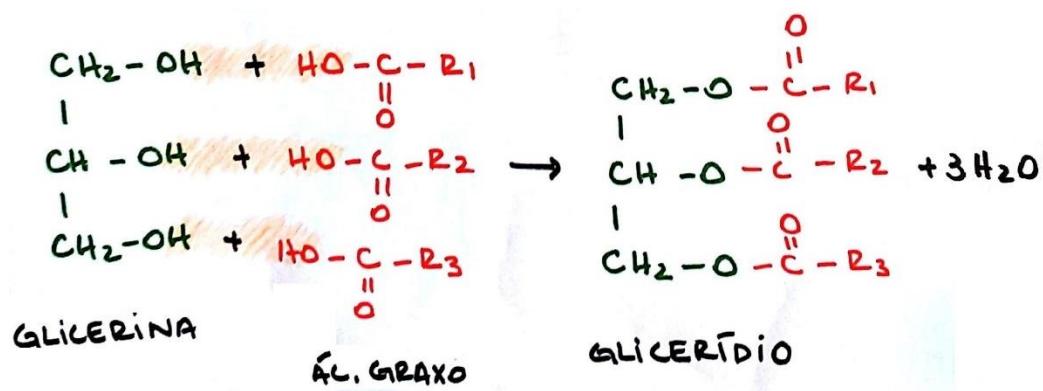
## CERAS

Essa classe de lipídios simples é formada pela condensação de álcoois de cadeias longas (também chamados álcoois superiores) com ácidos graxos. Nessa reação, ocorre também a liberação de uma molécula de água, por isso ela é também chamada de desidratação. As ceras podem ser encontradas na natureza em vegetais e em animais. Na indústria, são usadas na fabricação de vernizes, graxas para sapato, velas, medicamentos, entre outros



## GLICERÍDEOS

Essa classe de lipídios simples é formada a partir da condensação da glicerina (também chamada glicerol) e 3 moléculas de ácidos graxos. Eles compreendem todos os óleos e gorduras, cuja origem pode ser animal ou vegetal. Como a glicerina possui três grupos (OH)-, os glicerídeos são também chamados de triglicerídeos ou triacilgliceróis:



Note que na reação há também a liberação de 3 moléculas de água (reação de desidratação).

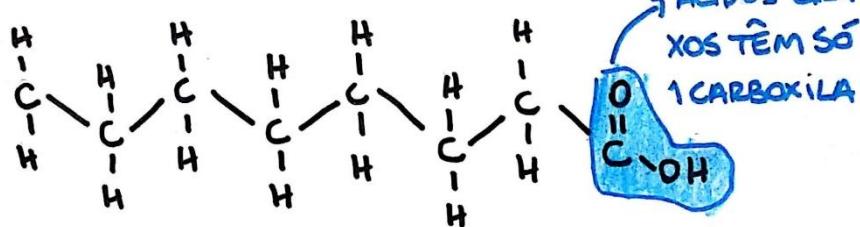
Para saber se o glicerídeo é um óleo ou uma gordura, precisamos conhecer a natureza do ácido graxo que o gerou. Esses compostos são ácidos monocarboxílicos (têm apenas um grupo carboxila em sua estrutura) de cadeia aberta que possuem número par de átomos de

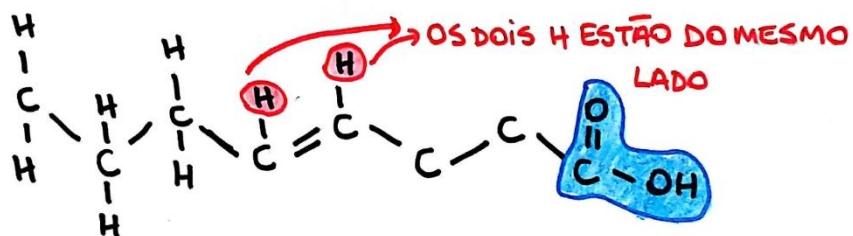
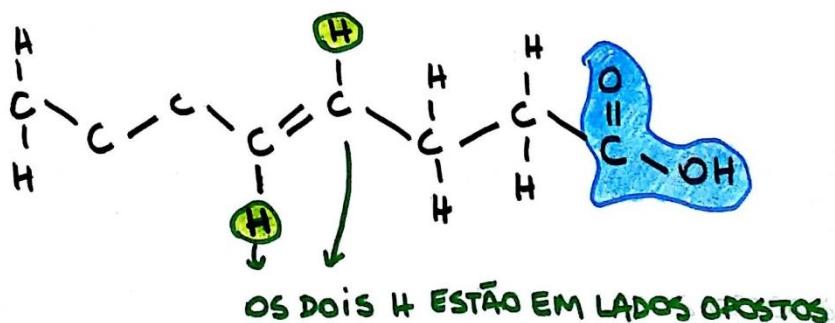
carbono (geralmente superior a dez) em sua estrutura molecular. Ácidos graxos podem ser:

- Saturados:** são aqueles que só possuem ligações simples entre os carbonos;
- Monoinsaturados:** apresentam apenas uma ligação dupla (também chamada de saturação) entre os carbonos;
- Poli-insaturados:** possuem pelo menos duas ligações duplas em sua estrutura de carbonos.

Cerca de 90 % dos ácidos graxos encontrados na natureza estão na forma cis. Olha só:

### ÁCIDO GRAXO SATURADO:



**ÁCIDO GRAXO INSATURADO CIS:****ÁCIDO GRAXO INSATURADO TRANS:****ÓLEOS E GORDURAS**

De forma abrangente, quanto maior o número de insaturações (ligas duplas) no ácido graxo precursor (ou seja, dos radicais R da figura acima, que mostra a estrutura geral do glicerídeo), maior a propensão do glicerídeo ser um óleo. Analogamente, a inclinação do glicerídeo a ser uma gordura aumenta conforme a quantidade ácidos graxos saturados (sem liga dupla) em sua molécula:

Lembre-se: enquanto óleos são líquidos à temperatura ambiente, gorduras são sólidas. O esquema abaixo traz alguns exemplos de óleos e gorduras encontrados em alimentos:



Pode-se transformar um óleo em gordura através de uma reação de hidrogenação, que consiste na adição de H<sub>2</sub> na presença de um catalisador às ligações duplas de um óleo. Essa gordura formada é então chamada de gordura hidrogenada. Ela pode ser produzida partir de diversos óleos vegetais, como o de soja. Um exemplo de alimento rico em gordura hidrogenada é a margarina, de uso comum em nosso cotidiano.

O processo de hidrogenação, no entanto, nem sempre converte todas as ligações duplas em ligações simples. Nesse caso, parte dos radicais R (aquele ligado ao grupo éster, mostrado na estrutura acima) **inicialmente na conformação espacial cis** podem mudar para a trans. Essa é a origem da gordura trans, que não existe na natureza.

Note que todos os alimentos industrializados devem ter indicado em seu rótulo a quantidade de gordura saturada e trans que contém - isso é uma norma da Anvisa, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária brasileira. Essa exigência é consequência de muitas pesquisas que mostram que a ingestão de gorduras saturadas, em especial a gordura trans, oferece riscos à nossa saúde. Assim, dedique especial atenção para alimentos como sorvetes, margarinas, alimentos congelados em geral, biscoitos, salgadinhos e pipocas de microondas: eles possuem alto índice de gordura saturada - e podem ter gordura trans!

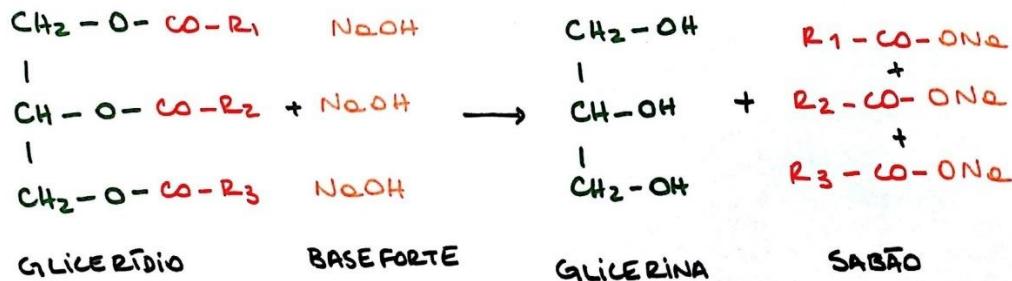
No entanto, é importante perceber que nem todas as gorduras são prejudiciais à nossa saúde. Além de serem nutrientes importantes, elas dão também sabor aos alimentos, nos fornecem energia e participam de processos estruturais e hormonais de nosso corpo.

Por fim, vale lembrar que os lipídios são também um meio biológico eficiente para armazenamento de energia a longo prazo (em termos gerais, pode-se dizer que enquanto um grama de açúcar ou proteína metabolizado em nosso corpo gera 4 kcal de energia, um grama de lipídio libera 9 kcal). Por conta dessa propriedade específica, nosso organismo produz o tecido adiposo (também chamado gorduroso) quando ingerimos uma quantidade de alimentos superior à nossa necessidade.

energética. Ele consiste na **reserva de energia** para um eventual período de escassez de comida. Agora dá para entender porque dietas de emagrecimento são restritivas em relação ao consumo de óleos e gorduras, certo?

## REAÇÃO DE SAPONIFICAÇÃO

É a reação que ocorre entre glicerídeos e bases fortes sob aquecimento, originando os sabão. Essa reação também gera a glicerina:



Assim, agora sabemos que:

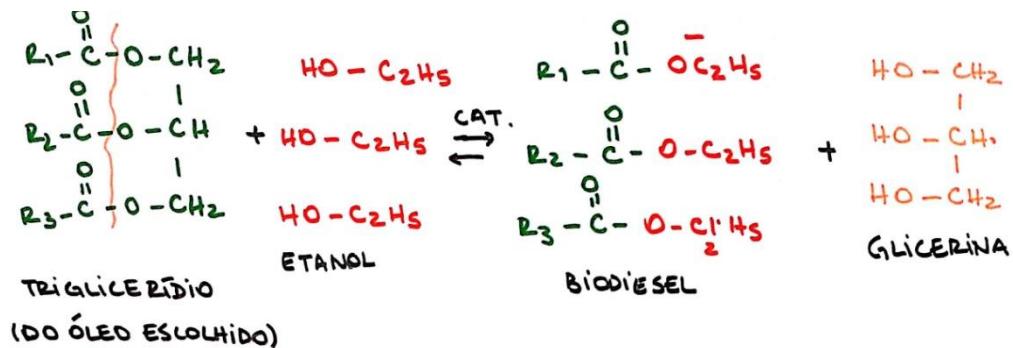
**Os sabões são misturas de sais de ácidos graxos.**

O mecanismo de limpeza dos sabões baseia-se na sua estrutura molecular: enquanto a cadeia apolar de um sabão é hidrofóbica (possui aversão pela água), a sua extremidade polar é hidrófila (possui afinidade pela água). Na última sessão desta apostila (PARA SABER MAIS! :D) tem uma sugestão de site no qual é possível entender melhor esse conceito, beleza?

A glicerina é também um produto da reação de saponificação. Além de ser a precursora dos glicerídeos, ela é usada em cosméticos por conta de sua ação como umectante, ou hidratante, natural.

## PRODUÇÃO DO BIODIESEL

O biodiesel é um combustível obtido a partir de álcoois pequenos (etanol, metanol) e óleos vegetais. O processo de produção do biodiesel é baseado na **reação de transesterificação**. Genericamente, essa reação ocorre entre um éster e um álcool qualquer, originando outro éster e outro álcool. Quando se visa a obtenção do biodiesel, a reação de transesterificação ocorre entre um triacilglicerol (do óleo de escolha) e o álcool etanol (ou metanol):



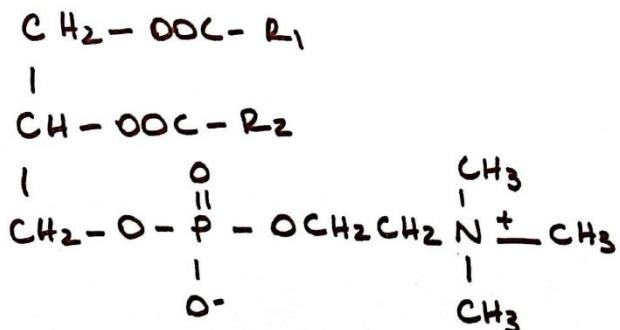
# LIPÍDIOS COMPLEXOS

Já lipídios complexos compreendem diversas classes de moléculas, com importante papel biológico para animais e vegetais. Uma classe importante é, por exemplo, a dos fosfoglicerídeos, formados por meio da esterificação da glicerina por ácidos graxos e ácidos fosfóricos. Outra classe também relevante é a dos esteroides, que possuem estrutura cíclica característica e estão presentes em organismos vegetais e animais.

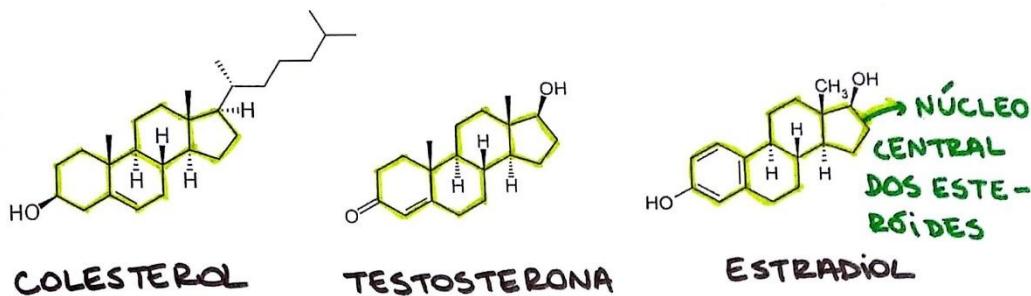
Entre os fosfoglicerídeos, destaca-se a família das lecitinas, que estão presente na gema do ovo, na soja, no cérebro, entre outros. Elas são agentes emulsificantes em alimentos<sup>2</sup> como a maionese, em que são

<sup>2</sup> Lembre-se: emulsão é uma mistura instável entre dois líquidos imiscíveis em que um deles forma finos glóbulos - chamados de fase dispersa - no seio do outro líquido - nomeado fase contínua. O emulsificante é capaz de aumentar a estabilidade da emulsão.

adicionadas para evitar a separação das gorduras da fase aquosa. Abaixo, é ilustrado um exemplo de molécula de lecitina:



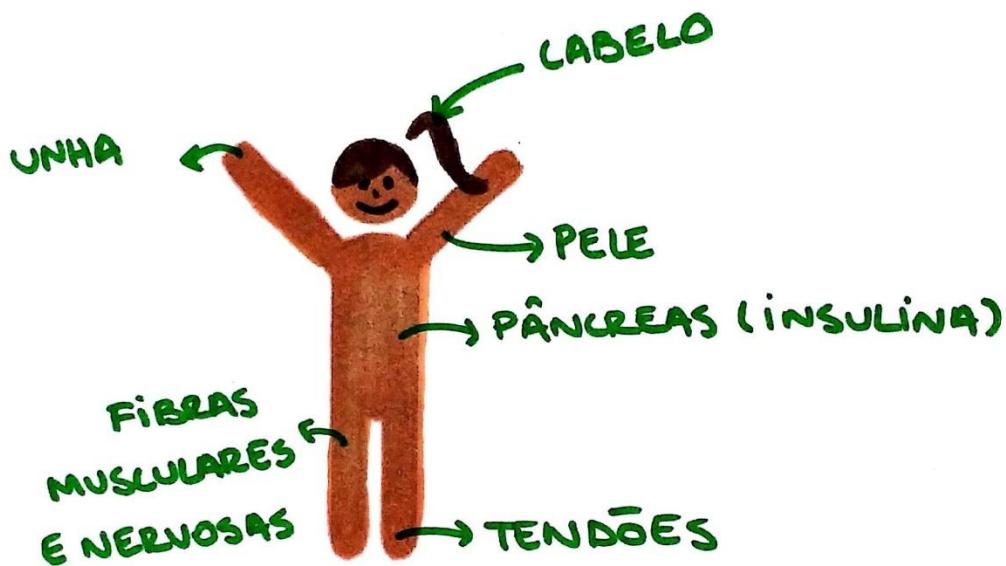
Já entre os esteroides, têm presença fundamental no corpo humano aqueles relacionados ao colesterol. Ele é um dos componentes da membrana de nossas células e origina outros esteroides importantes, como os hormônios sexuais e a vitamina D.



## **AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS**

Aminoácidos são substâncias importantes à vida porque formam proteínas. Esse grupo de biomoléculas está presente em todos os seres vivos - a origem da palavra proteína vem do grego e significa “de importância essencial”.

Contemplando ainda o exemplo do organismo humano, sabe-se que nosso corpo é constituído por 68 % de água, 15 % de proteínas, 10 % de lipídios, 5 % de carboidratos e 2% de outras substâncias, ou seja, as proteínas consistem no grupo mais numeroso de biomoléculas presentes em nosso organismo. Olha só exemplos de partes nas quais elas estão presentes:

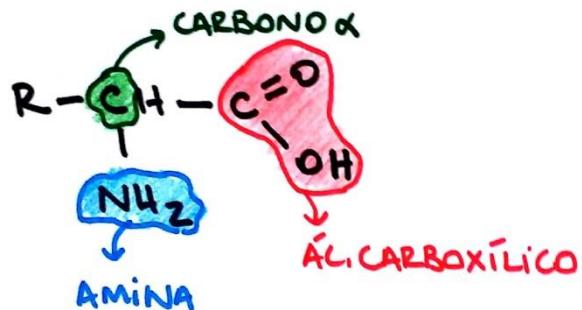


É interessante notar que, embora existam muitas proteínas diferentes na natureza - avalia-se que existem cerca de nove mil tipos distintos em uma célula humana, por exemplo - elas são formadas pela combinação de em torno de 20 aminoácidos naturais. Então, começaremos este capítulo pelo estudo dos aminoácidos, ok?

### AMINOÁCIDO PRESENTES EM PROTEÍNAS

**Aminoácidos** são compostos que apresentam **funções amina** e **ácido carboxílico**. Nos **aminoácidos indispensáveis à formação das proteínas**, o grupo funcional **amina se encontra no carbono ao lado da carboxila**, que é então chamado de **carbono  $\alpha$** .

Dessa forma, os aminoácidos encontrados em proteínas são nomeados  $\alpha$ -aminoácidos:

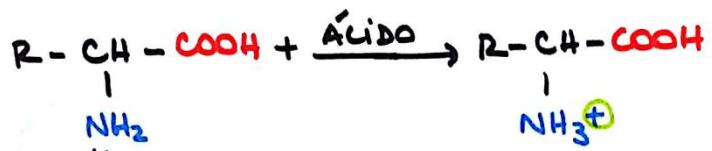


Assim, o que diferencia os  $\alpha$ -aminoácidos são os radicais R ligados ao carbono  $\alpha$ . Todos os organismos são capazes de sintetizá-los, ainda que certos animais - como os humanos - não sejam capazes de produzir todos os necessários ao nosso metabolismo.

Aqueles que precisamos e somos capazes gerar são chamados  $\alpha$ -aminoácidos não-essenciais ou dispensáveis. Em contrapartida, aqueles  $\alpha$ -aminoácidos que não conseguimos produzir e que devemos, portanto, adquirir através da ingestão de alimentos, são chamados essenciais ou indispensáveis.

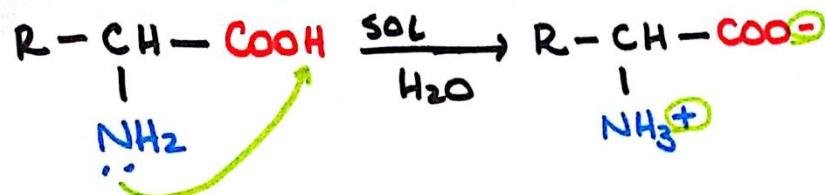
### CARÁTER ANFÓTERO DE AMINOÁCIDOS

Quando estudamos química orgânica, aprendemos que ácidos carboxílicos possuem caráter ácido; já aminas apresentam caráter básico. Isso confere aos  $\alpha$ -aminoácidos a característica anfótera - ou seja, podem se comportar como ácidos ou bases, dependendo do meio no qual se encontram:



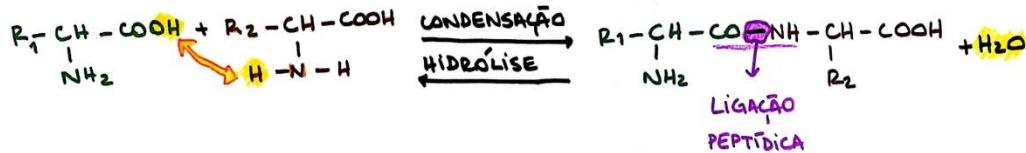
Uma propriedade especial desses compostos é que eles podem reagir "com eles mesmos", originando um sal interno, também nomeado

ion dipolar ou zwitterion (note que nesta reação pode ser aplicado o conceito de ácidos e bases de Brönsted-Lowry<sup>3</sup>):



### A FORMAÇÃO DA LIGAÇÃO PEPTÍDICA

A ligação peptídica é a que ocorre pela união de duas moléculas de aminoácidos, entre grupo ácido ( $-\text{COOH}$ ) de uma molécula e o grupo básico ( $-\text{NH}_2$ ) de outra molécula. Ela acontece como consequência de uma reação de condensação (note que a reação inversa é a reação de hidrólise) na qual ocorre a formação de uma molécula de água e uma molécula com a função amida:



As moléculas formadas a partir da união de aminoácidos são de forma genérica chamadas de peptídeos. Dois aminoácidos formam um peptídeo; três geram um tripeptídeo; vários constituem um polipeptídio.

Agora podemos entender no que consiste uma proteína, uma vez que:

**Proteínas são macromoléculas de polipeptídeos encontradas na natureza. Ou seja, são resultado da condensação de moléculas de α-aminoácidos através da ligação peptídica.**

<sup>3</sup> A teoria de Brönsted-Lowry conceitua um ácido como um doador de prótons e uma base como um receptor de prótons. Na sessão PARA SABER MAIS!, você pode encontrar um site para entender melhor os seus princípios.

Proteínas podem desempenhar diferentes funções no organismo.

Alguns exemplos importantes são ilustrados abaixo.

- ✓ **Colágeno:** formam tendões, cartilagem e ossos;
- ✓ **Queratina:** formam cabelos e unhas;
- ✓ **Hemoglobina:** permite o transporte do oxigênio e do gás carbônico por nosso sistema circulatório;
- ✓ **Insulina:** controla e regula nosso organismo, atuando também na regulação da concentração de glicose em nosso sangue;
- ✓ **Actina e a miosina:** controlam as contrações e movimentos dos músculos.

## ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS

A função da proteína no organismo é diretamente ligada a sua **estrutura tridimensional**, formada por ligações intermoleculares em diferentes localidades da cadeia proteica. Nesse sentido, pode-se estudar tal estrutura dividindo-a em **quatro partes**, explicadas a seguir:

- ✓ **Estrutura primária:** Consiste na própria cadeia peptídica, estabelecida pela seqüência de aminoácidos iguais ou diferentes entre si.
- ✓ **Estrutura secundária:** Formada pelas pontes de hidrogênio existentes entre o grupo ( $-\text{NH}-$ ) de um aminoácido e o grupo ( $-\text{COO}-$ ) de outro. Ela pode assumir a forma espiral, helicoidal, em folhas, entre outros.
- ✓ **Estrutura terciária:** originada a partir da dobradura das estruturas primárias das proteínas sobre elas mesmas. A estrutura terciária é uma disposição espacial, geralmente resultante das ligações de enxofre, conhecidas como pontes dissulfetos.
- ✓ **Estrutura quaternária:** assim como a estrutura terciária, é uma disposição espacial. Ela é originária da reunião de várias estruturas terciárias que, em conjunto, assumem formas espaciais bem definidas.



## DESNATURAÇÃO DE PROTEÍNAS

A desnaturação proteica é a alteração da forma tridimensional de uma proteína. A transformação pode comprometer a estrutura quaternária, terciária e até secundária, em alguns casos, mas não a primária. Ela pode ser causada por agentes químicos ou físicos (mudança no pH do meio e aquecimento, respectivamente, são exemplos). A consequência da desnaturação é a perda da atividade biológica da proteína.

## ENZIMAS

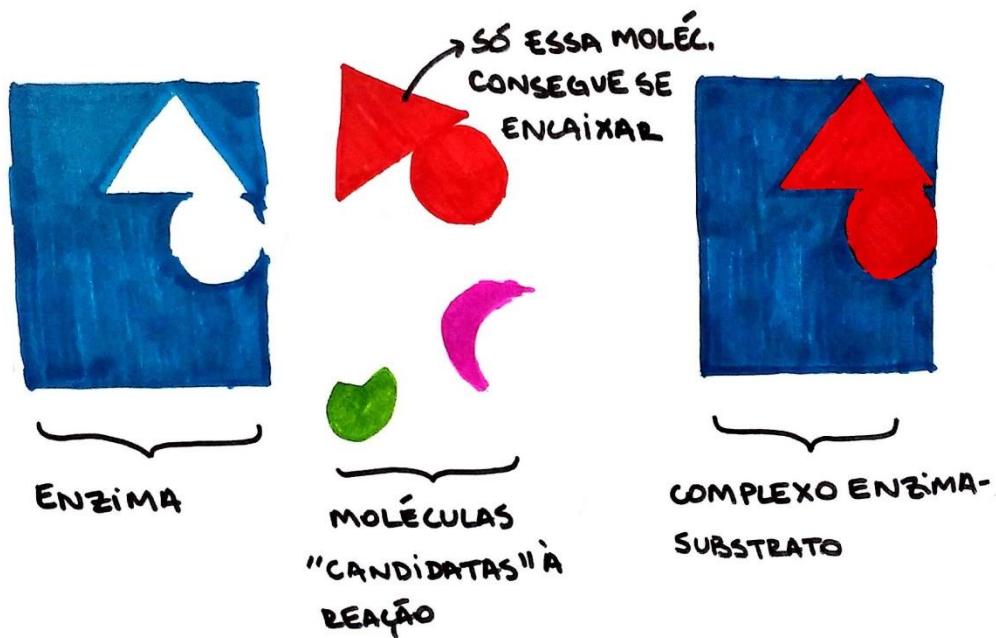
Essas substâncias são, em sua grande maioria, proteínas complexas. Elas desempenham a função de catalisadoras<sup>4</sup> de processos biológicos, tanto no meio intra quanto extracelular. Sua presença é indispensável ao nosso metabolismo - em nosso corpo, temos cerca de 3.000 enzimas diferentes. O nome de uma enzima é formado pelo prefixo, que pode ser determinado de acordo com uma das regras a seguir, seguido pelo sufixo “ase”:

<sup>4</sup> Catalisadores são substâncias que formam com o reagente um novo intermediário de reação que exige menor energia de ativação, fazendo com que a reação se processe de maneira mais rápida. No final do processo o catalisador é regenerado sem sofrer alteração permanente, ou seja, ele não é consumido. Para saber mais sobre o mecanismo de ação de catalisadores, confere a apostila Equilíbrio Químico! ;)

- ✓ o composto (chamado de substrato) com o qual a enzima age: a enzima lactase, por exemplo, interage com a lactose. Já a amilase, com o amido;
- ✓ o tipo de reação que a enzima catalisa: a enzima hidrolase, por exemplo, provoca uma reação de hidrólise. Por sua vez, a descarboxilase, desencadeia uma reação de descarboxilação.

Enzimas têm atuação específica sobre o substrato que atuam. Pode-se explicar essa seletividade através de sua estrutura tridimensional:

Por isso, é dito que o complexo formado entre o substrato e a enzima é um encaixe “chave e fechadura”.



## PARA SABER MAIS!

Sites:

- ✓ TutorVista - <http://biology.tutorvista.com/biomolecules.html>
- ✓ Biochemical Society - <http://www.biochemistry.org/?TabId=456>

Esses sites são escritos em inglês. Eles darão suporte àqueles que ficaram curiosos com as diversas aplicações da bioquímica na ciência.

- ✓ Bioquímica - <http://knoow.net/ciencterravida/biologia/bioquimica/>

Essa enciclopédia é similar à wikipédia, permitindo que diversos autores contribuam na escrita dos artigos nas mais diferentes áreas. Esse artigo está escrito em português de Portugal e fornece um breve histórico de como a bioquímica surgiu como ciência. ;)

- ✓ Novos conceitos em nutrição -  
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ag/v38n4/14265.pdf>

Esse artigo traz algumas reflexões importantes envolvendo conceitos de bioquímica e a nossa alimentação. É científico e de fácil interpretação.

- ✓ Os benefícios do azeite e do óleo de oliva -  
<http://www.norteandovoce.com.br/noticias/bem-estar-saude/os-beneficios-do-azeite-e-do-oleo-de-oliva/>

Esse artigo apresenta qual a diferença entre óleo e azeite de oliva, bem como a classificação dos azeites de oliva de acordo com seu processo produtivo.

- ✓ Como o sabão limpa? - <http://brasilescola.uol.com.br/quimica/como-sabao-limpa.htm>

Aqui você pode saber mais sobre o mecanismo de ação dos sabões.

- ✓ Teoria ácido-base de Brönsted-Lowry -  
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/teoria-acidobase-bronstedlowry.htm>

Para entender melhor o conceito de ácidos e bases de Brönsted-Lowry.

## REFERÊNCIAS

FELTRE, R. Química: volume 2. 6º edição. São Paulo: Moderna, 2004.

USBERCO, J. SALVADOR, E. Química: volume único. São Paulo: Saraiva, 2002.

PERUZZO, F. CANTO, E. Química na abordagem do cotidiano: volume 2. São Paulo : Moderna, 2003

Brasil Escola: BIOQUÍMICA. Disponível em:  
<http://brasilescola.uol.com.br/biologia/bioquimica.htm> Acesso em 22/05/2017.

Infoescola: Decompositores. Disponível em  
<http://www.infoescola.com/ecologia/decompositores/> Acesso em 23/05/2017.

Mundo Educação: Seres autotróficos e heterotróficos. Disponível em:  
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/seres-autotroficos-heterotroficos.htm> Acesso em 23/05/2017.

Portal Educação. Bioquímica no ensino médio - Carboidratos - Lipídios - Proteínas (2014). Disponível em:  
<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/bioquimica-no-ensino-medio-carboidratos-lipidios-proteinas/54691>. Acesso em 22/05/2017.

PARTE IV

# QUÍMICA

04

## PROPRIEDADE COMPOSTOS ORGÂNICOS

*meSalva!*

# PROPRIEDADE COMPOSTOS ORGÂNICOS

E ai galerinha do Me Salva! Tudo certo? A Química Orgânica é uma área muito importante da Química: existe uma gama muito grande de compostos orgânicos e a aplicabilidade desta área no nosso cotidiano é bem vasta. Essa parte da Química também é a “queridinha” de qualquer prova de vestibular, então é extremamente importante sabermos bastante sobre ela para conseguir acertar várias questões e além disso para termos uma base de como funciona, por exemplo, o processo de extração do petróleo.

Nesta apostila, vamos estudar como se comportam os pontos de fusão e ebulação de moléculas orgânicas, como podemos prever a solubilidade delas em diferentes solventes e também um pouco sobre a acidez e basicidade dos compostos. Então, pegue sua xícara de café e vamos lá!

## PONTO DE FUSÃO E PONTO DE EBULIÇÃO

Para prevermos se uma molécula orgânica será facilmente fundida ou evaporada, precisamos avaliar duas coisas:

1. Quais as interações intermoleculares que esta molécula realiza;
2. Qual a massa molecular dessa molécula;
3. A quantidade de ramificações presentes.

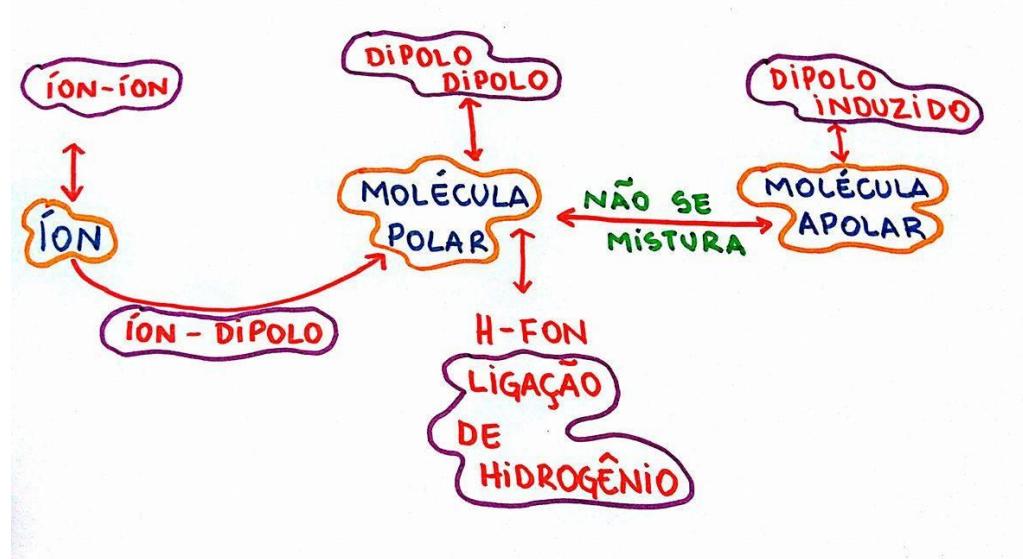
Estes fatores precisam ser avaliados juntos! Mas não podemos deixar de saber que existe uma prioridade entre eles. Em ordem, as interações são mais importantes que a massa molecular e que as ramificações.

## INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Uma analogia que facilita o entendimento das interações intermoleculares é pensar em nossa sociedade: sozinhos somos somente um indivíduo, mas interagimos com várias outras pessoas e então formamos nossa sociedade. Da mesma forma, quando uma molécula

encontra outra, elas interagem entre si (por isso o nome intermolecular, porque é entre moléculas).

Na natureza, podemos encontrar diferentes interações intermoleculares. Elas estão ilustradas abaixo e ocorrem em situações distintas:



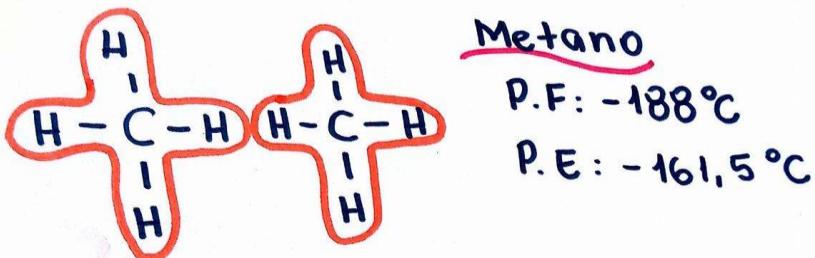
- ✓ Interação Íon - Íon - Quando temos duas substâncias com cargas que interagem entre si.
- ✓ Interação Íon - Dipolo - Quando um íon interage com uma molécula polar.
- ✓ Interação Ligação de Hidrogênio - Quando temos moléculas muito polares e o Hidrogênio está ligado ou ao Flúor, ou ao Oxigênio ou ao Nitrogênio, (H- F,O,N).
- ✓ Interação Dipolo - Dipolo - Quando moléculas polares interagem entre si e não ocorre a ligação de hidrogênio (não temos um átomo de hidrogênio ligado a um de F, O ou N).
- ✓ Interação Dipolo Induzido - Interação de moléculas apolares.

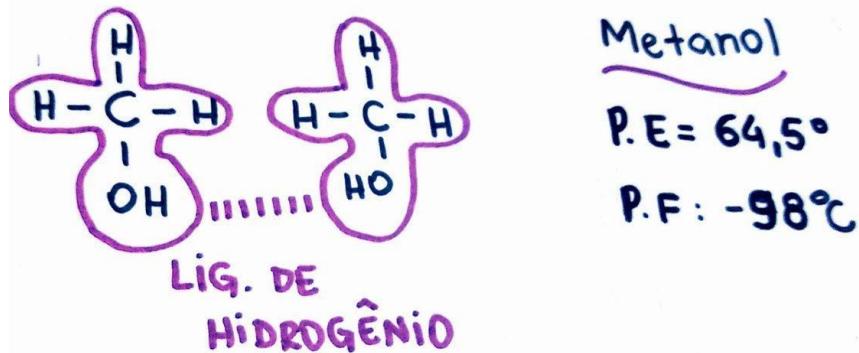
- ◆ As partículas - moléculas ou íons - vão sofrer interação maior quando tiverem cargas envolvidas ou possuírem um dipolo, ou seja, forem polares. Quanto mais polares as moléculas forem (maior o momento dipolar), mais fortemente elas vão interagir entre si.
- ◆ Quando possuírem polaridades diferentes, elas não vão se dissolver! (lembra que semelhante dissolve semelhante!) É por isso que água e óleo não se misturam, uma vez que a água é polar e o óleo é apolar.

A natureza da interação intermolecular da substância influenciará seu ponto de fusão e ponto de ebulação: quanto mais uma partícula da substância em questão interagir com a outra, mais energia teremos que fornecer para elas se separarem. Em outras palavras:

Quanto mais forte a interação intermolecular, maior o ponto de fusão e ebulação!

A molécula de metano é apolar, por isso suas partículas fazem interações do tipo dipolo induzido (que é a mais fraca entre as interações). Consequentemente, essa substância tem baixíssimos pontos de fusão e ebulação! Note que, à temperatura ambiente, o metano é um gás.



Metanol

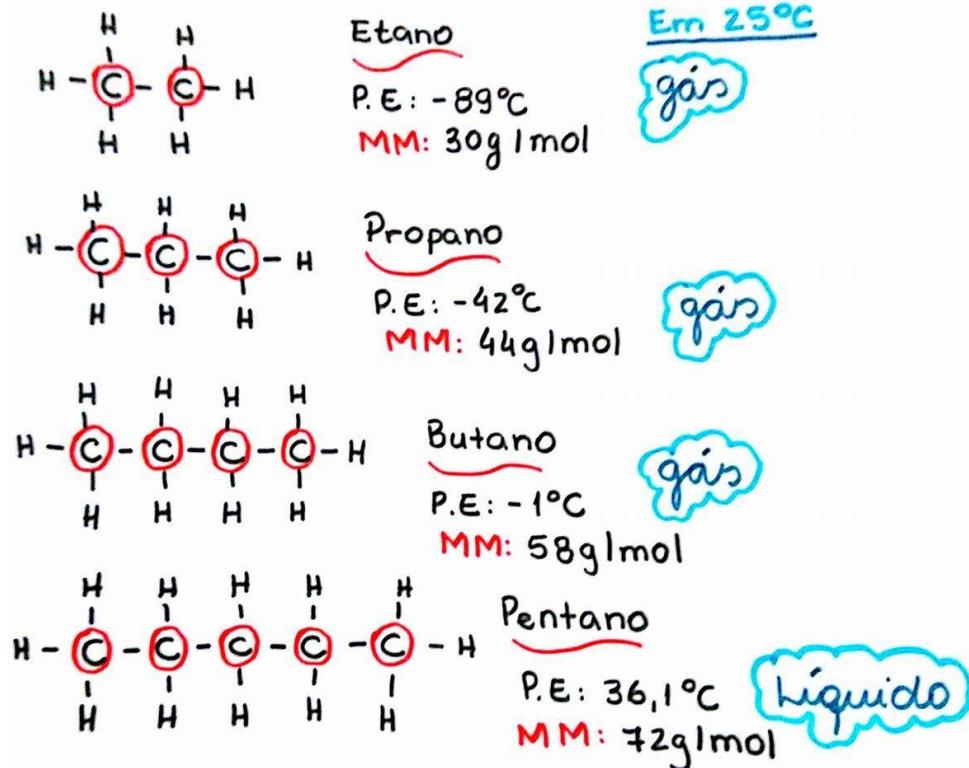
P.E = 64,5°

P.F: -98°C

Já o metanol, que tem apenas um carbono em sua molécula, como o metano, é líquido à temperatura ambiente. Essa diferença se deve à presença do grupo (OH)- ligado ao carbono, de modo que as moléculas de metanol realizam ligações intermoleculares do tipo ponte de hidrogênio, que são mais fortes que as interações dipolo induzido do metanol! Cabe ressaltar que TODA vez que aparecer um composto que tem hidrogênios ligados a átomos de Flúor, Oxigênio ou Nitrogênio, este composto fará interações do tipo ligação de hidrogênio.

## MASSA MOLECULAR

A relação entre Ponto de Fusão, de Ebulação e a massa da molécula é evidente: quanto mais massa tiver a molécula, mais energia na forma de temperatura teremos que fornecer para que esta molécula passe para o estado gasoso.



MM = Massa molar

Nesse exemplo, temos quatro hidrocarbonetos representados e todos eles sofrem o mesmo tipo de interação intermolecular, que é dipolo induzido, uma vez que essas moléculas são apolares. Note que, conforme aumentamos a massa molar, o ponto de ebulição sofre elevação.

Além disso, é legal notarmos que hidrocarbonetos, até quatro carbonos, são gases à temperatura ambiente (25°C).

Lembre-se que ao analisarmos as temperaturas de fusão ou de ebulição, estes dois fatores são analisados conjuntamente, mas com aquelas prioridades, ok?

## COMPOSTOS RAMIFICADOS

Além das interações intermoleculares e da massa molar, existe um outro fator que altera o ponto de ebulição e o ponto de fusão: As ramificações.



## Pentano

P.E: 36,1 °C

MM: 72g /mol



## 2-metil - butano

P.E: 28 °C

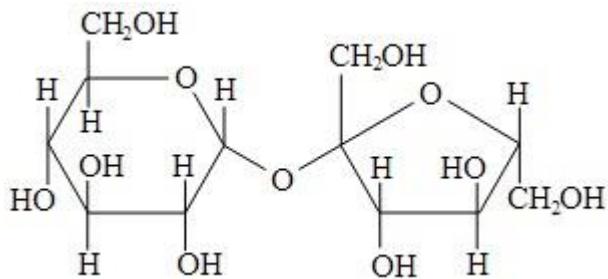
MM: 72g /mol

Vamos observar a imagem acima. Temos dois hidrocarbonetos, que fazem o mesmo tipo de interação intermolecular (Dipolo induzido). Além disso, eles possuem a mesma massa molar. Um deles apresenta ramificação (2-metil- butano) enquanto o outro não (pentano) e há uma diferença no ponto de ebulição deles!

Isso pode ser explicado pela presença das ramificações: elas diminuem a superfície de contato entre as moléculas, ou seja, as deixam mais distantes uma da outra. Assim, a interação intermolecular é ainda menor.

### CURIOSIDADE

Você já percebeu que quando esquentamos açúcar em uma panela ele vira caramelo? O caramelo não é o estado líquido da sacarose (molécula que compõe o açúcar). A sacarose, quando aquecida a temperaturas acima de 100°C sofre degradação e forma o que conhecemos como caramelo.



## ESTRUTURA QUÍMICA DA SACAROSE

O mesmo acontece com plásticos! Quando queimamos plástico ele fica todo enrugado e preto, certo? Isso porque ele degradou!

Algumas moléculas orgânicas são difíceis de se observar no estado gasoso, pois sua temperatura de ebulição é bem próxima ao de **degradação**. Se o aquecimento for muito rápido e em temperaturas elevadas, o composto vai degradar.

## SOLUBILIDADE

Para falarmos da solubilidade dos compostos orgânicos, precisamos ter aquela regra em mente:

**Semelhante dissolve semelhante**

Lembra do estudo da polaridade dos compostos e como determinar se uma substância é polar ou apolar? A partir do entendimento da polaridade das substâncias, podemos saber se uma substância se mistura com outra ou não. Compostos polares se dissolvem em compostos polares e apolares vão se dissolver em compostos apolares.

A solubilidade depende da semelhança de polaridade entre soluto e solvente. Sendo assim, vamos analisar o caráter polar de algumas funções orgânicas.

**HIDROCARBONETOS:** Quanto maior a quantidade de carbonos ligados a hidrogênio em um hidrocarboneto, mais apolar ele é. Sendo assim, eles são,

em sua maioria, insolúveis em água, mas solúvel em solventes orgânicos (comumente, em algumas provas aparecem solventes orgânicos compostos apolares).

## FUNÇÕES OXIGENADAS

**Álcoois:** Álcoois com uma cadeia carbônica até 3 carbonos são bastante solúveis em água, pois possuem grande caráter polar. Para álcoois com maior cadeia carbônica - acima de 3 carbonos, , a solubilidade em água diminui progressivamente enquanto a solubilidade em solventes apolares cresce, porque é aumentada a parte apolar da cadeia.

Vamos analisar essa imagem?

ÁLCOOL	Qtd. de Carbonos	Solubilidade em H <sub>2</sub> O	Sol. em Hexano
metanol	1	infinita	3,8
etanol	2	infinita	infinita
propanol	3	infinita	infinita
Butanol	4	4,9*	infinita
Pentanol	5	2,3*	infinita
Hexanol	6	0,6*	infinita
Heptanol	7	0,2*	infinita

\* g de álcool em 100g de H<sub>2</sub>O a 20°C

Ela coloca vários álcoois e sua solubilidade em água e em hexano (solvente apolar). Observem que a medida que aumenta a quantidade de

carbonos, a solubilidade em água diminui. Além disso, note que o etanol e o propanol são bastantes solúveis nos dois solventes, isto porque são álcoois intermediários e possuem uma parte polar e outra apolar, sendo solúveis nos dois solventes.

Cabe lembrar que a solubilidade nessa tabela é expressa em gramas de álcool por 100 gramas de água, ou seja, 0,2 g de heptanol, por exemplo, são solubilizadas em 100 g de água na temperatura de 20 °C (lembre-se de que a temperatura afeta a solubilidade também).

### ALDEÍDOS, CETONAS E ÉTERES

Vamos analisar os seguintes compostos:



FUNÇÃO	Substância	Nº Carbonos	SOL. em H <sub>2</sub> O
álcool	butanol	4	8,0
éter	éter etílico	4	6,9
aldeído	butanal	4	4,1
Cetona	butanona	4	29,0

(SOLUBILIDADE EM G DE COMPOSTO PARA 100 G DE ÁGUA A 25 °C)

Todos os compostos possuem o mesmo número de carbonos. Dentre estes, podemos perceber que a butanona é a mais solúvel em água, seguida pelo butanol; butanal e, por último, o éter etílico.

Isto ocorre em função da polaridade que cada uma das funções acima confere à cadeia de carbonos. Existem cálculos específicos para saber este momento dipolar. Isso é importante para o vestibular? É importante saber como calcular? Não... mas é importante saber quais

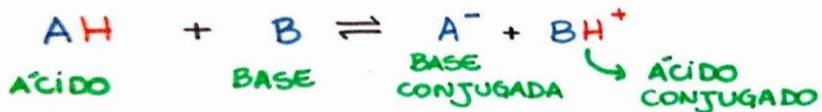
funções são mais solúveis e também que a quantidade de carbonos vai influenciar na solubilidade, principalmente quando estas cadeias orgânicas não tiverem grupos polares ligados a elas.

## ACIDEZ E BASICIDADE

Para falar de acidez e basicidade dos compostos orgânicos, precisamos relembrar algumas teorias ácido base! Vamos lá?

### TEORIA DE BRÖNTED- LOWRY

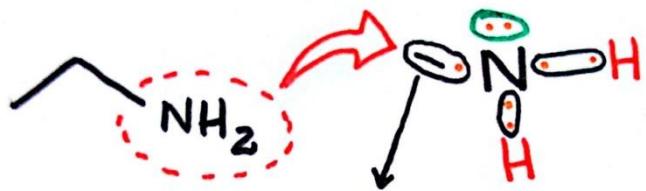
Segundo a teoria de Brönted- Lowry, um ácido é doador de prótons ( $H^+$ ), enquanto uma base é receptora de prótons. Nesta teoria, também temos a contribuição da força dos ácidos. Segundo esta teoria, o ácido será mais forte quanto mais estável for sua base conjugada (vamos precisar dessa informação depois).



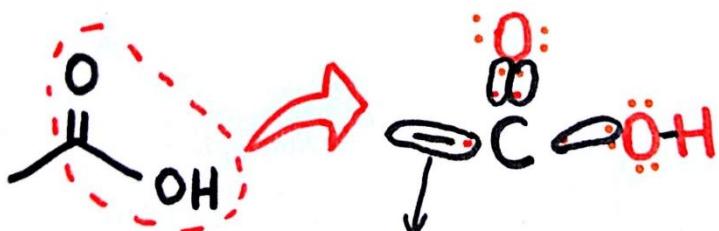
### TEORIA DE LEWIS

A teoria de Lewis considera a troca de pares de elétrons entre os compostos. Ela é mais abrangente que a Teoria de Brönted- Lowry, pois, não necessariamente, os compostos devem doar/receber íons  $H^+$  para serem considerados ácidos/bases.

Para Lewis, bases são os compostos que têm pares de elétrons disponíveis para doar e ácidos são espécies que recebem pares de elétrons. Assim, chamamos bases de **Lewis de nucleófilos** e ácidos de **Lewis de eletrófilos**.



Cadeia  
carbônica



Cadeia  
carbônica

A teoria de Lewis é importante para entendermos a basicidade e acidez dos compostos orgânicos. Por exemplo, as aminas. Elas têm pares de elétrons disponíveis para doação, por isso são básicas. Já nos ácidos carboxílicos, o carbono ligado à carboxila, está deficiente de elétrons, o que torna este composto ácido na teoria de Lewis.

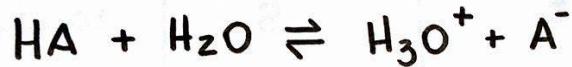
### DEFINIÇÃO DA CONSTANTE DE IONIZAÇÃO DE ÁCIDOS - $\text{PK}_\text{A}$

A definição da constante de ionização de um ácido  $K_\text{a}$ , (enquanto a constante de equilíbrio de uma reação  $K$  ou  $K_\text{c}$ ). Do estudo do equilíbrio químico e iônico, temos que a constante é:



$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Logo, se analisarmos a ionização de um ácido, vamos ter:



$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

Vale lembrar que, em química, "p" equivale à função " - log", logo:

$$pH = -\log [H^+]$$

Segundo Brönted - Lowry, um ácido será mais forte conforme a sua base conjugada for mais estável. Repare que na reação acima, o equilíbrio está sendo feito juntamente com a água. Ela é importantíssima na determinação do  $pK_a$ , pois demonstra o equilíbrio do ácido, sem interação com outros ácidos ou bases.

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Essa relação matemática nos diz que:

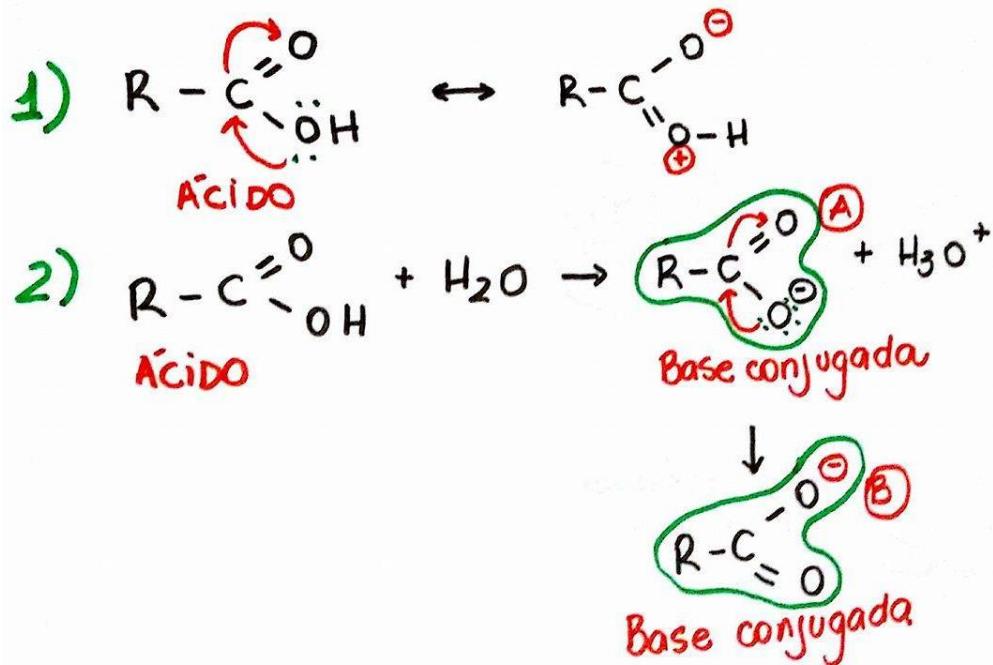
## QUANTO MENOR O pKA, MAIS ÁCIDO SERÁ A SUBSTÂNCIA

Analogamente à escala de pH, quanto menor o valor de  $pK_a$ , maior o caráter ácido da substância.

Função	$pK_a$ aproximado
Álcoois	~ 16
Fenóis	~ 10
Ácido Carboxílico	~ 4

Segundo essa relação, podemos perceber que ácidos carboxílicos são mais ácidos do que fenóis e álcoois, como mostrado na tabela acima. Mas como podemos explicar esses dados?

O caráter mais ácido de ácidos carboxílicos é atribuído às estruturas de ressonância que eles possuem. Lembra do fenômeno que ocorre em moléculas com ligações duplas alternadas, como benzeno, por exemplo? É a mesma coisa. Quanto mais estabilizada for essa estrutura de ressonância, maior será a acidez do composto. Observe a figura abaixo para entender o motivo disso:



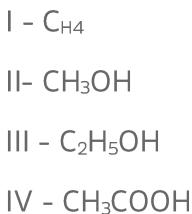
1. Aqui temos a estrutura de ressonância do ácido carboxílico. Os elétrons da hidroxila vão para o carbono e logo em seguida para o oxigênio da carbonila ( $C=O$ ). Observando a estrutura que obtivemos, percebemos que um oxigênio está negativo e o outro (da hidroxila) está positivo. O oxigênio é um átomo bastante eletronegativo, ou seja, ele atrai bastante os elétrons para ele, por isso, a hidroxila com o oxigênio positivo não fica tão estável. Esta estrutura de ressonância é a do ácido sozinho, sem a água, mas precisamos ver como ele se comporta em água para determinar o seu  $pK_a$ .
2. Observe agora o ácido carboxílico em água, que é importantíssima na determinação do  $pK_a$ . Ele ioniza e perde um dos hidrogênios, formando o cátion hidrônio e o ânion ilustrado pelas estruturas a e b - note que a e b representam as estruturas de ressonância do íon acetato. A ressonância garante estabilidade ao grupo ( $COO^-$ ).

Ademais, note que esse ânion é a base conjugada que do ácido carboxílico. E, da Teoria de Brönsted-Lowry, sabemos que o caráter ácido aumenta quanto mais estável for sua base conjugada. A base conjugada

formada pelo ácido carboxílico é muito estável e, por isso, este tipo de composto têm grande acidez.

## EXERCÍCIOS

1. As moléculas a seguir estão em seu estado líquido. As moléculas que estão ligadas entre si por pontes de hidrogênio são:



- a) I, II e III.  
b) I, II e IV.  
c) II, III e IV.  
d) I, III e IV.  
e) Todas fazem ligações com ponte de hidrogênio.

CORRETA: C

**RESOLUÇÃO:** As interações intermoleculares do tipo ponte de hidrogênio ocorrem quando o hidrogênio está ligado ao flúor, oxigênio ou nitrogênio. Como a molécula  $\text{CH}_4$  não apresenta nenhum desses átomos, não realiza ligações com ponte de hidrogênio.

Módulo: PFCO

Exercícios de Fixação - 1

2. A temperatura de fusão e de ebulação são propriedades físicas dos compostos em geral. Em relação aos compostos orgânicos, é INCORRETO afirmar:
- a) As forças intermoleculares existentes entre as moléculas são fatores fundamentais.  
b) A massa molecular do composto influencia o seu estado físico.  
c) Os alcanos a partir do  $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$  em diante são gases à temperatura ambiente.

- d) Os alcanos entre  $C_5H_{12}$  e  $C_{17}H_{36}$  são líquidos à temperatura ambiente.
- e) Entre os alcanos isômeros de cadeia, o ponto de ebulação, em geral, diminui com o aumento das ramificações.

INCORRETA: C

**RESOLUÇÃO:** Os alcanos a partir do  $C_{18}H_{38}$  são SÓLIDOS à temperatura ambiente. Quanto maior a cadeia carbônica, maior a massa molecular; portanto, maior o ponto de ebulação, pois mais energia deve ser fornecida à molécula para provocar sua evaporação.

Módulo: PFCO

Exercícios de Fixação – 2

3. O ponto de ebulação é uma propriedade que diferencia os compostos orgânicos. Entre os compostos abaixo, qual tem maior ponto de ebulação?
- a) Metano.
  - b) Etano.
  - c) Metanol.
  - d) Etanol.
  - e) Pentano.

CORRETA: D

**RESOLUÇÃO:** Apesar do pentano apresentar cadeia carbônica maior que o etanol, o etanol faz ligações do tipo pontes de hidrogênio, por isso as forças que agem ali são mais intensas que nos alcanos e seu ponto de ebulação será maior.

Módulo: PFCO

Exercícios de Fixação - 3

## REFERÊNCIAS

FELTRE, Ricardo. Química Orgânica. Volume 3. Editora Moderna, 2004.

MARTINS, Cláudia Rocha; LOPES, Wilson Araújo; ANDRADE, Jailson Bittencourt. Solubilidade das substâncias orgânicas. Química Nova. Volume 36. número 8, 2013.

*meSalva!*