



## QUÍMICA ORGÂNICA

### INTRODUÇÃO

#### I – PRINCÍPIOS DA QUÍMICA ORGÂNICA

##### 1. Conceito:

O célebre químico alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896) propôs a nova definição aceita atualmente: “A *Química Orgânica* é o ramo da Química que estuda os compostos do carbono”.

O qualificativo enganoso "orgânico" é uma relíquia da época em que, consoante a sua origem, se dividiam os compostos químicos em duas classes: inorgânicos e orgânicos. Compostos inorgânicos eram os que se obtinham de minerais; os compostos orgânicos provinham de fonte animais ou vegetais, quer dizer, eram produzidos por organismos vivos.

##### ☞ Breve Panorama Histórico da Química Orgânica:

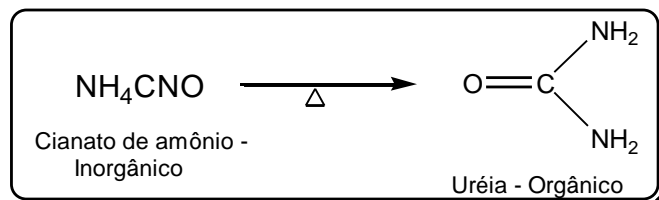
A Química Orgânica é, em suma, uma divisão da Química que foi proposta no ano de 1777 pelo ilustre químico sueco Torbern Olof Bergman (1735-1784). A Química Orgânica era definida como um ramo químico que estuda os compostos extraídos dos organismos vivos. Para sustentar esta teoria, no ano de 1807, foi formulada a **Teoria da Força Vital** pelo célebre químico também sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848). Ela baseava-se na ideia de que os compostos orgânicos precisavam de uma força maior (o que podemos chamar de vida) para serem sintetizados.

##### ➤ Teoria da “força vital” ou vitalismo (1807):

Durante muito tempo, esta teoria foi defendida arduamente pelo químico Berzelius, o qual sustentava que seria impossível sintetizar compostos orgânicos a partir de inorgânicos em laboratório, pois os compostos orgânicos só poderiam ser produzidos em seres vivos, onde iria existir uma força vital milagrosa.

##### ➤ Síntese de Friedrich Wöhler, em 1828.

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



Essa síntese, também é denominada de **síntese da uréia**, abalou gravemente a teoria da “força vital”, pois Wöhler conseguiu sintetizar a uréia (composto orgânico) em um laboratório, através do aquecimento do cianato de amônio (composto inorgânico).

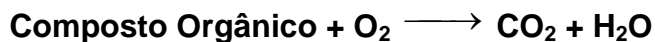
Essa experiência comprovou que compostos inorgânicos podem produzir compostos orgânicos em laboratório, sem a participação direta de organismos vivos, culminando com o início da queda da teoria da “força vital” e, a partir de então, possibilitou a dedicação na obtenção de novos compostos orgânicos.

##### 2. Características dos Compostos Orgânicos:

Os compostos orgânicos diferenciam-se dos compostos inorgânicos por uma série de características.

##### 2.1. Combustão:

Como todos os compostos orgânicos apresentam carbono e a imensa maioria possui hidrogênio, a queima completa dessas substâncias produz  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . A combustão incompleta produz  $\text{CO}$ , enquanto a parcial, apenas  $\text{C}$  (fuligem). Portanto, para um composto orgânico que contem  $\text{C}$  e  $\text{H}$  ou  $\text{C}$ ,  $\text{H}$  e  $\text{O}$ , pode-se escrever, para uma combustão completa:



### Saiba mais um pouco

- A combustão incompleta dos combustíveis produz CO, que, ao ser inalado, se une a hemoglobina, impedindo que ela exerça o papel fundamental de transportar oxigênio no sangue. Essa queima produz também carvão, que caracteriza a conhecida fuligem, liberada principalmente pelos caminhões desregulados.
- A queima parcial da madeira em fornos fechados produz o carvão.
- A queima de metano (CH<sub>4</sub>) com insuficiência de oxigênio produz o negro - de - fumo, usado em graxas de sapatos.

### 2.2. Pontos de Fusão e de Ebulição

Os compostos orgânicos sendo, de modo geral, moléculas apresentam pontos de fusão e de ebulição baixos. Isso justifica a predominância na Química Orgânica de compostos gasosos e líquidos: os sólidos existentes são, em grande parte, facilmente fusíveis.

### 2.3. Solubilidade

Os compostos orgânicos, em geral, são solúveis em solventes apolares e insolúveis em solventes polares, como a água.

✓ **Observação:** Todos os compostos orgânicos apresentam carbono, porém nem todos os compostos que apresentam carbono são orgânicos.

---

### 3. Compostos de Transição:

---

São compostos que apesar de apresentarem carbono, possuem propriedades químicas e físicas minerais.

✓ **Exemplo:** CO, CO<sub>2</sub>, HCN, compostos com CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, etc.

---

### 4. Elementos Organógenos:

---

Elementos formadores dos compostos orgânicos.

Exemplo: C, H, O, N, S e P são os principais.

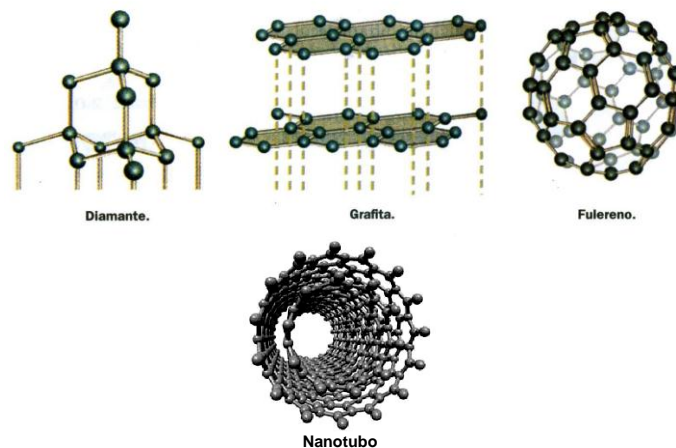
## II – ESTUDO DO CARBONO:

### 1. Símbolo: C

### 2. Ocorrência:

#### 2.1. Forma Livre:

O carbono encontra-se na forma livre constituindo duas substâncias importantes e principais: a **grafite** e o **diamante**, estas substâncias são variedades alotrópicas do elemento químico carbono e se diferenciam pela estrutura cristalina. São variedades alotrópicas porque são resultantes do fenômeno da alotropia. Veja as variedades do carbono na figura a seguir:

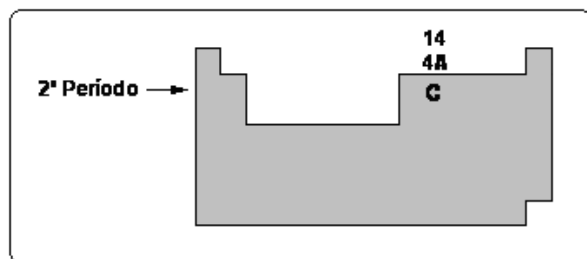


#### 2.2. Forma Combinada:

O carbono encontra-se ligado a outros elementos químicos, os quais geralmente: C, H, O, N, etc.

### 3. Localização na Tabela Periódica:

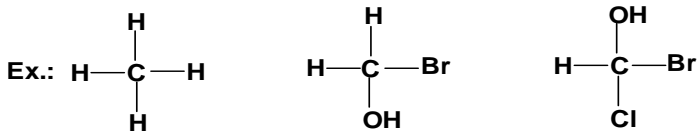
O carbono apresenta em sua configuração eletrônica quatro elétrons na última camada e por esse motivo está situado na família **4A** ou família **14** e no **2º Período** da tabela. O carbono apresenta caráter anfótero, pois dependendo com que elemento se liga, pode perder ou ganhar elétrons.



#### 4. Propriedades Gerais:

##### 4.1. Tetravalência:

É a capacidade que o átomo de carbono possui de realizar quatro ligações químicas.



##### ► Formas de Ligação:

- Carbono de simples ligações

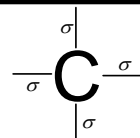
- Carbono de dupla ligação

- Carbono de tripla ligação

- Carbono de duas duplas ligações

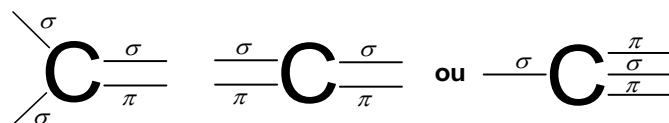
##### ► As ligações Sigma e Pi:

A **ligação sigma** ( $\sigma$ ) é uma ligação forte e que necessita de muita energia para ser rompida durante uma reação química ocorre quando os orbitais se encontram no mesmo eixo. (**Toda ligação simples será sigma**).

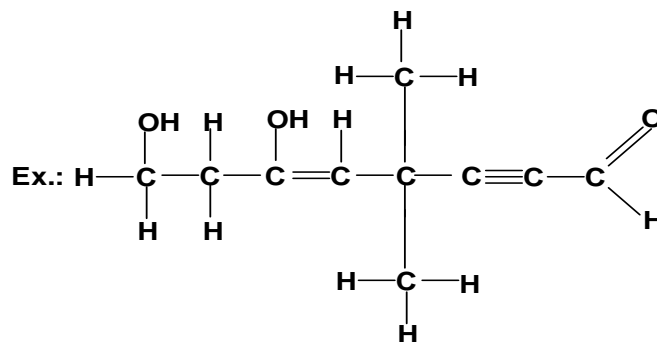


A **ligação pi** ( $\pi$ ) é uma ligação mais fraca e fácil de ser rompida durante uma reação química e ela ocorre quando os orbitais se encontram em eixos paralelos. (**Toda ligação onde tenha insaturação, haverá a ligação pi**).

Quando dois átomos de carbono fazem mais de uma ligação entre eles, a primeira ligação é sempre **sigma**, porém as demais serão sempre **pi**.



☞ Fazer a contagem de ligações sigma ( $\sigma$ ) e pi ( $\pi$ ) na molécula abaixo:



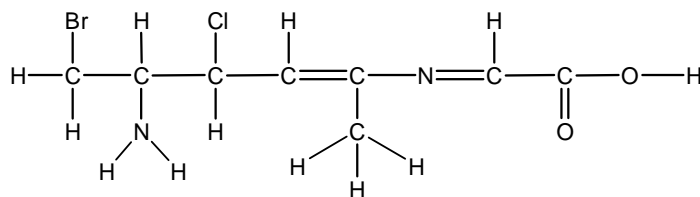
{ Ligações Sigma =

{ Ligações Pi =

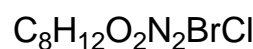
##### 4.2. Encadeamento:

Os átomos de carbono têm a propriedade de se unir formando estruturas denominadas cadeias carbônicas. Essa propriedade é a principal responsável pela existência de milhões de compostos orgânicos.

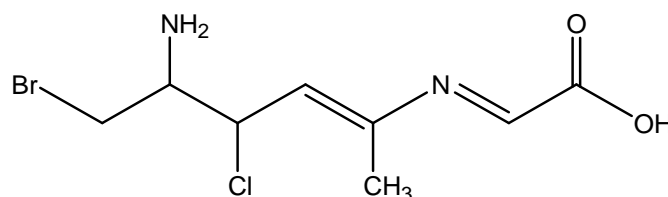
discorde em relação a valência de cada elemento. A essa nova representação damos o nome de **fórmula estrutural plana**.



Podemos ainda, de uma forma mais simplificada, representar a cadeia acima colocando as quantidades de cada elemento presente na cadeia, e essa representação daremos o nome de **fórmula molecular**.

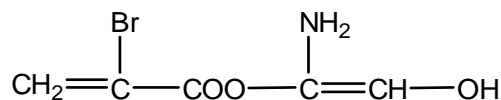


Por último podemos representar por uma **fórmula plana simplificada**, conhecida também como **cadeia de linha (Bond Line)**.

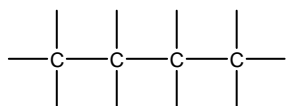


## APLICAÇÕES SOBRE O TEMA

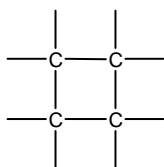
**Q1.** Considere a fórmula estrutural condensada abaixo:



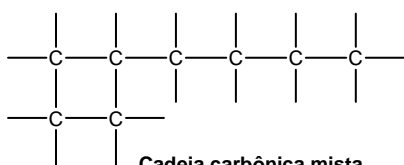
- Escreva a fórmula estrutural plana
- Determine a fórmula molecular



Cadeia carbônica aberta ou acíclica ou alifática



Cadeia carbônica fechada ou cíclica



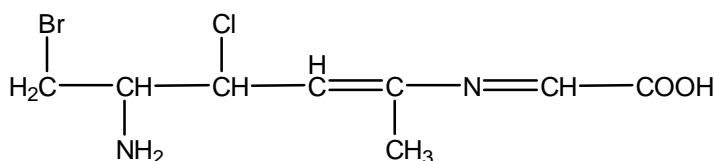
Cadeia carbônica mista

### ➤ Valências (ligações) dos principais elementos que se ligam ao carbono:

- **Monovalentes:** são elementos que fazem apenas uma ligação.  
✓ **Exemplo:** H, F, Cl, Br, I, etc.
- **Bivalentes:** são elementos que fazem duas ligações.  
✓ **Exemplo:** O, S, etc.
- **Trivalentes:** são elementos que fazem três ligações químicas.  
✓ **Exemplo:** N, Al, etc.

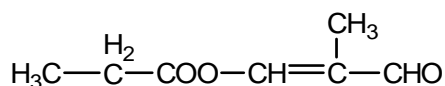
### a) Formação de Cadeias Abertas:

As cadeias carbônicas podem ser representadas de várias formas. A forma a seguir, representa por meio de índices a quantidade de hidrogênios que se ligam aos átomos de carbono, à essa representação damos o nome de **fórmula estrutural condensada**.



Podemos desmembrar todas as ligações entre os elementos da cadeia acima, de modo que não

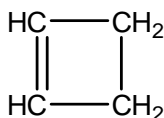
**Q2.** Considere a fórmula condensada



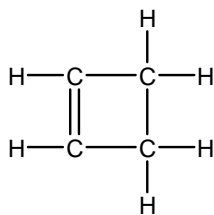
- Determine a fórmula molecular
- Escreva a fórmula plana

**b) Formação de Cadeias Fechadas:**

Da mesma forma que foi abordada no tópico “**A)**” para cadeias abertas, as fórmulas que acabamos de ver são válidas para as cadeia fechadas, como abaixo podemos verificar a seguinte fórmula estrutural condensada.



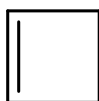
Da mesma maneira para a fórmula plana:



Temos agora a fórmula molecular:

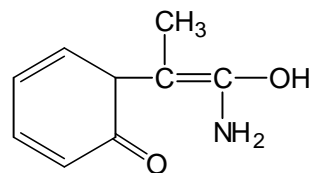


E por fim a cadeia de linha (Bond Line):



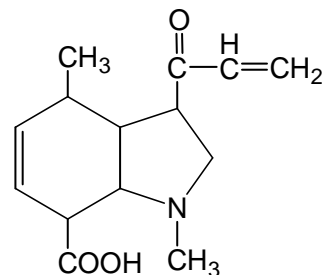
**APLICAÇÕES SOBRE O TEMA**

**Q3.** Considere a fórmula estrutural condensada



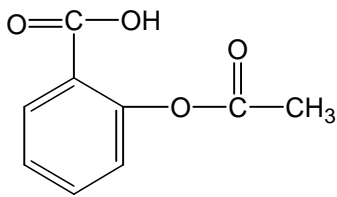
- Determine a fórmula estrutural plana
- Determine a fórmula molecular

**Q4.** Sobre a cadeia carbônica



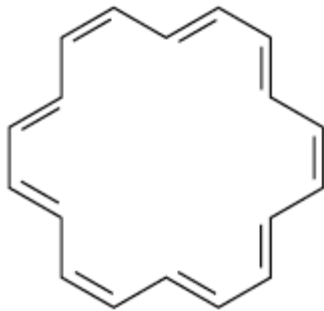
- Determine a fórmula estrutural plana
- Determine a fórmula molecular

**Q5.** Um dos mais conhecidos analgésicos é o ácido acetilsalicílico [AAS]. Sua fórmula estrutural pode ser representada por:



➤ Indique o número de ligações de ligações sigma e pi presentes em uma molécula de AAS.

- a) 7 ligações sigma ( $\sigma$ ) e 3 ligações pi ( $\pi$ ).
- b) 10 ligações sigma ( $\sigma$ ) e 3 ligações pi ( $\pi$ ).
- c) 17 ligações sigma ( $\sigma$ ) e 5 ligações pi ( $\pi$ ).
- d) 20 ligações sigma ( $\sigma$ ) e 5 ligações pi ( $\pi$ ).
- e) 21 ligações sigma ( $\sigma$ ) e 5 ligações pi ( $\pi$ ).

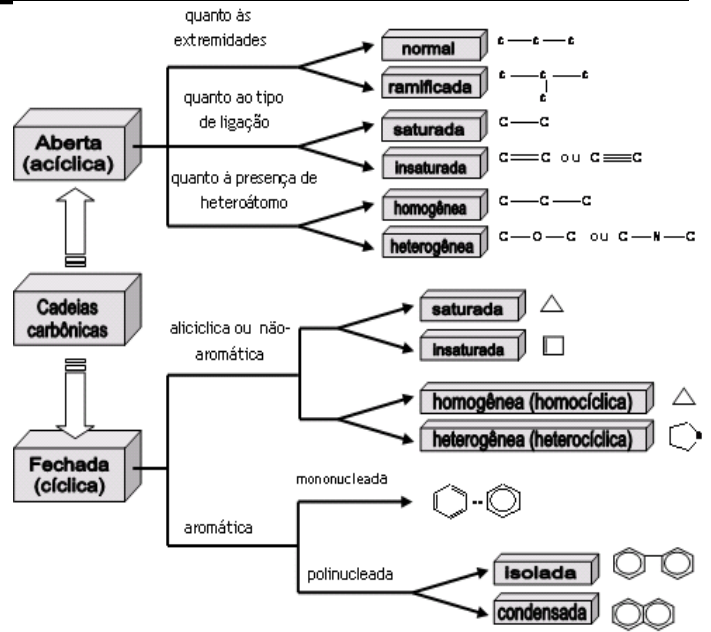


**Q6. (U.F. Uberlândia-MG)** O anuleno é um hidrocarboneto aromático que apresenta a seguinte fórmula estrutural simplificada representada ao lado:

☞ Sobre este composto pode-se afirmar que:

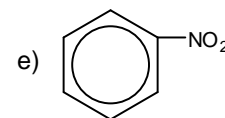
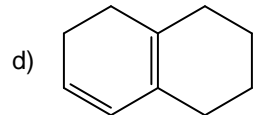
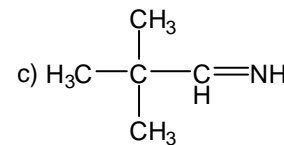
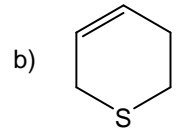
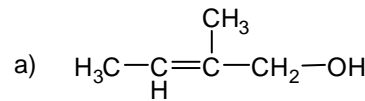
- a) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{20}$ , 9 ligações pi ( $\pi$ ).
- b) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{18}$ , 9 ligações pi ( $\pi$ ).
- c) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{16}$ , 9 elétrons pi ( $\pi$ ).
- d) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{20}$ , 9 elétrons pi ( $\pi$ ).
- e) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{18}$ , 9 elétrons pi ( $\pi$ ).

**c) Classificação Geral das Cadeias:**



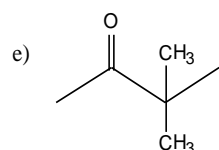
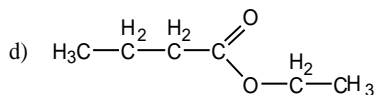
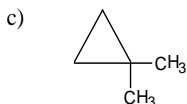
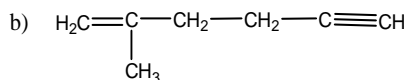
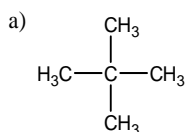
## APLICAÇÕES SOBRE O TEMA

**Q7.** Classifique as cadeias abaixo:

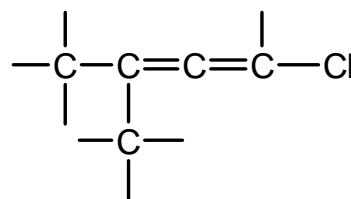




Q8. Classifique as cadeias abaixo:

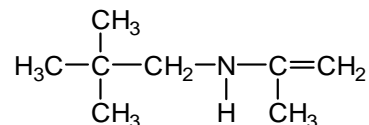


Q9. (UMA - MG) A cadeia abaixo é:



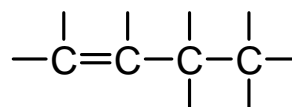
- a) Aberta, heterogênea, saturada e normal.  
 b) Acíclica, homogênea, insaturada e normal.  
 c) Acíclica, homogênea, insaturada e ramificada.  
 d) Alifática, heterogênea, insaturada e ramificada.  
 e) Cíclica, aromática.

Q10. (UFPA) O composto abaixo possui, em sua estrutura, uma cadeia que pode ser classificada como:



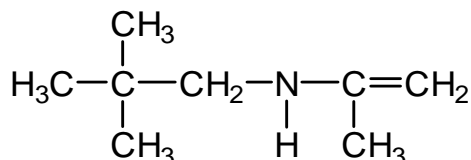
- a) Alicíclica, normal, heterogênea e saturada.  
 b) Alifática, ramificada, heterogênea e insaturada.  
 c) Alifática, ramificada, homogênea e insaturada.  
 d) Alicíclica, ramificada, homogênea e saturada.  
 e) Alicíclica, normal, homogênea e saturada.

Q11. (UMA - MG) A cadeia abaixo é:



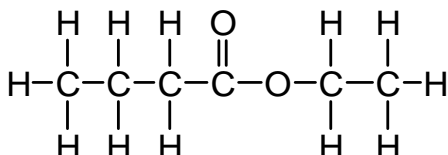
- a) Normal, homogênea e insaturada.
- b) Normal, heterogênea e saturada.
- c) Aberta, heterogênea e normal.
- d) Acíclica, homogênea e saturada.
- e) Ramificada, heterogênea e saturada.

**Q12. (UFPA)** O composto abaixo possui, em sua estrutura, uma cadeia que pode ser classificada como:



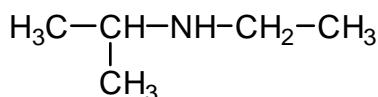
- a) Alicíclica, normal, heterogênea e saturada.
- b) Alifática, ramificada, heterogênea e insaturada.
- c) Alifática, ramificada, homogênea e insaturada.
- d) Alicíclica, ramificada, homogênea e saturada.
- e) Alicíclica, normal, homogênea e saturada.

**Q13. (UNICENTRO)** A classificação da cadeia a seguir é:



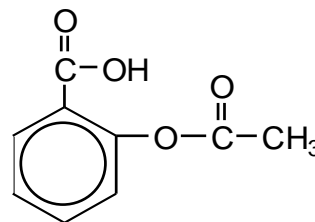
- a) Aberta, ramificada, heterogênea e saturada.
- b) Aberta, normal, homogênea e insaturada.
- c) Aberta, ramificada, homogênea e saturada.
- d) Aberta, normal, heterogênea e insaturada.
- e) Aberta, normal, heterogênea e saturada.

**Q14. (Unimep - SP)** O composto abaixo é:



- a) Cíclica, normal, saturada, homogênea.
- b) Acíclica, normal, insaturada, heterogênea.
- c) Cíclica, ramificada, saturada, heterogênea.
- d) Acíclica, ramificada, saturada, heterogênea.
- e) Aromática, normal, insaturada, homogênea.

**Q15.** O ácido acetilsalicílico de fórmula:



Este analgésico possui diversos nomes comerciais (AAS, Aspirina, Buferin e outros), apresenta cadeia carbônica:

- a) Acíclica, heterogênea, saturada, ramificada.
- b) Mista, heterogênea, insaturada, aromática.
- c) Mista, homogênea, saturada, alicíclica.
- d) Aberta, heterogênea, saturada, aromática.
- e) Mista, homogênea, insaturada, aromática.

## 5. Hibridação ou Hibridização do Carbono:

### 5.1. Conceito:

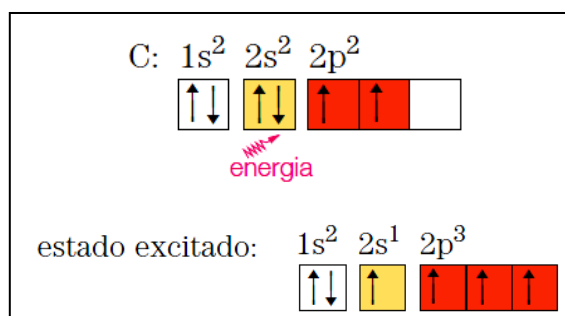
É a mistura de orbitais atômicos incompletos (puros "s" e "p"), que se transformam originando novos orbitais denominados de **orbitais híbridos** ou, também, **orbitais hibridizados**.

### 5.2. Tipos de Hibridação:

$sp^3$ ,  $sp^2$  e  $sp$ .

### 5.3. Estado Fundamental e Estado Excitado do átomo de carbono:

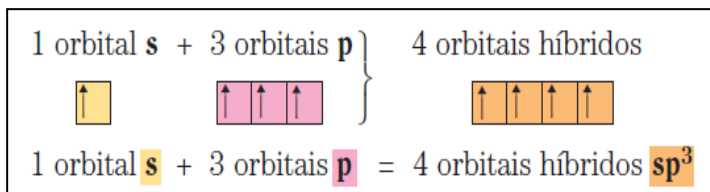
Para que o átomo de carbono possa efetuar quatro ligações, ele deve apresentar quatro elétrons desemparelhados, o que ocorre quando **um** elétron do orbital **2s** é promovido para o orbital **2p** que se encontra vazio. Essa mudança acontece quando um dos elétrons do orbital **s** absorve energia; essa nova situação do carbono chama-se **estado excitado ou ativado** do carbono. Veja como acontece:





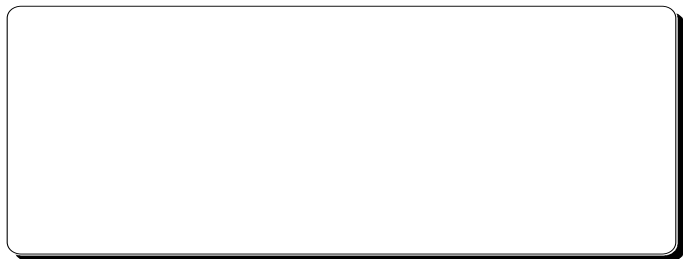
### a) Hibridação $sp^3$ :

É a mistura de um orbital **s** com três orbitais **p**, originando quatro novos orbitais do tipo  $sp^3$ , chamados de **orbitais híbridos**.



#### ➤ Generalizando:

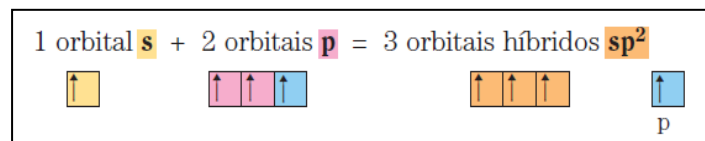
Em qualquer molécula na qual o carbono efetue quatro ligações simples (ligação  $\sigma$ ), a hibridação será do tipo  $sp^3$ .



### b) Hibridação $sp^2$ :

É a mistura de um orbital **s** com dois orbitais **p** originando três novos orbitais do tipo  $sp^2$ .

➤ **Obs:** O terceiro orbital **p** será reservado para uma ligação pi ( $\pi$ ).



#### ➤ Generalizando:

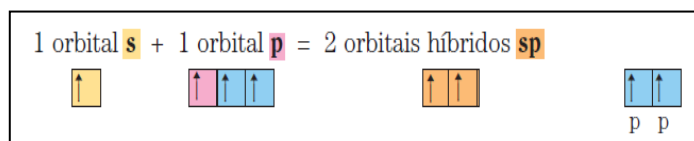
Nas moléculas em que o carbono apresenta uma ligação dupla e duas ligações simples (três ligações  $\sigma$  e uma ligação  $\pi$ ), a hibridação será  $sp^2$ .



### c) Hibridação $sp$ :

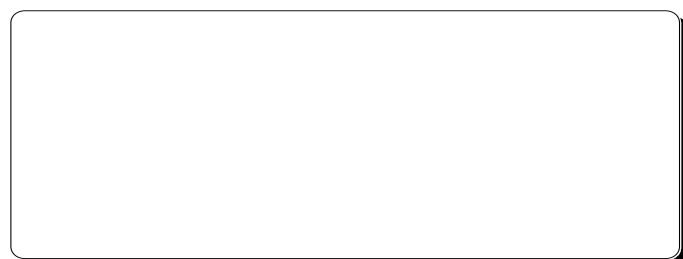
É a mistura de um orbital **s** com um orbital **p**, originando dois novos orbitais do tipo  $sp$ .

➤ **Obs.:** Os dois orbitais **p** restantes serão reservados para duas ligações pi ( $\pi$ ).



#### ➤ Generalizando:

Em todas as moléculas nas quais o carbono apresenta uma ligação tripla e uma ligação simples ou duas ligações duplas (duas ligações  $\sigma$  e duas ligações  $\pi$ ), a hibridação será do tipo  $sp$ .



### Resumo

| Ligações no C   | Tipos de ligação      | Hibridização | Ângulos adjacentes | Geometria   |
|---|-----------------------|--------------|--------------------|-------------|
| $\begin{array}{c}   \\ -C- \\   \end{array}$              | 4 $\sigma$            | $sp^3$       | 109° 28'           | tetraédrica |
| $\begin{array}{c} \diagup \\ C= \\ \diagdown \end{array}$ | 3 $\sigma$<br>1 $\pi$ | $sp^2$       | 120°               | trigonal    |
| $\begin{array}{c} -C\equiv \\ =C= \end{array}$            | 2 $\sigma$<br>2 $\pi$ | $sp$         | 180°               | linear      |

### APLICAÇÕES SOBRE O TEMA

**Q16. (UFRN)** Enquanto Rivaldo estudava, sua irmã Rinete, perto da mesa, lavava a janela do quarto. Infelizmente, sem que notassem, respingou água sanitária sobre o livro de Química.

Certa frase desse livro, atingida por algumas gotas da solução, teve então três palavras completamente apagadas. Essas três palavras encontram-se representadas por três reticências entre colchetes, na frase abaixo.

“No acetileno ( $C_2H_2$ ), molécula de geometria [...], o carbono forma, com outro carbono, duas ligações [...], devido à hibridização do tipo [...].”

Dado:

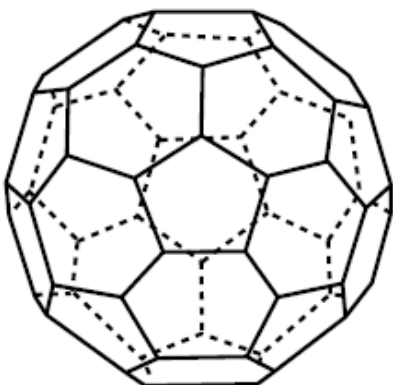


Então, Rivaldo identificou corretamente as três palavras apagadas pela água sanitária, como sendo, respectivamente:

- linear, sigma, sp.
- linear, pi, sp.
- angular, sigma, sp<sup>3</sup>.
- angular, pi, sp<sup>2</sup>.
- angular, pi, sp

**Q17. (Ufscar – Adaptada por YB)** O Prêmio Nobel de Química em 1996 foi atribuído à descoberta da molécula C<sub>60</sub>, com forma de bola de futebol, representada na figura.

Marco Aurélio Sismotto

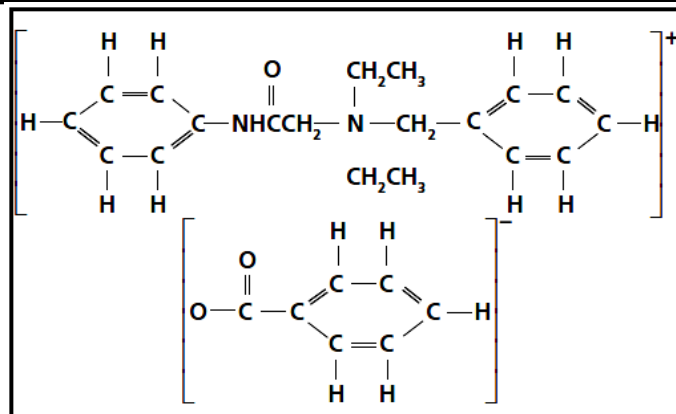


Seguindo a descoberta dos fullerenos, os nanotubos de carbono foram sintetizados. Esses avanços estão relacionados à promissora área de pesquisa que é a nanotecnologia.

No C<sub>60</sub>, cada átomo de carbono está ligado a outros três átomos. Com base nessas informações, indique o valor da razão entre o número de ligações simples e duplas e a hibridização do carbono:

- 2 ligações simples para 1 ligação dupla; sp<sup>3</sup>.
- 2 ligações simples para 1 ligação tripla; sp<sup>2</sup>.
- 2 ligações simples para 1 ligação dupla; sp.
- 2 ligações simples para 1 ligação tripla; sp.
- 2 ligações simples para 1 ligação dupla; sp<sup>2</sup>.

**Q18. (UFPR – Adaptada por YB)** A estrutura química do benzoato de denatonium, uma das substâncias de gosto mais amargo e que não possui toxicidade, é ilustrada a seguir.



Observe a estrutura e marque a alternativa que contém o número de carbonos com hibridizações sp, sp<sup>2</sup> e sp<sup>3</sup>.

a) Cátion: os carbonos dos anéis e o carbono ligado ao oxigênio estão hibridizados em sp<sup>2</sup>; os demais, em sp<sup>3</sup>. No ânion: todos sp<sup>2</sup>.

b) Cátion: os carbonos dos anéis e o carbono ligado ao oxigênio estão hibridizados em sp; os demais, em sp<sup>3</sup>. No ânion: todos sp<sup>2</sup>.

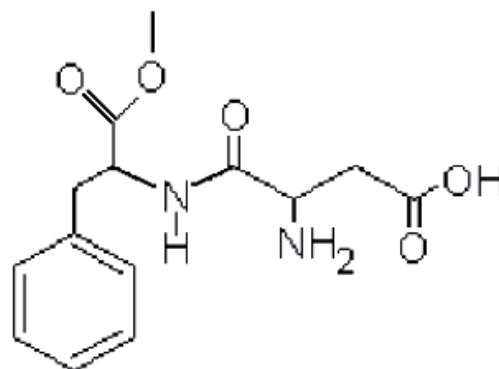
c) Cátion: os carbonos dos anéis e o carbono ligado ao oxigênio estão hibridizados em sp<sup>2</sup>; os demais, em sp. No ânion: todos sp<sup>2</sup>.

d) Cátion: os carbonos dos anéis e o carbono ligado ao oxigênio estão hibridizados em sp<sup>2</sup>; os demais, em sp<sup>3</sup>. No ânion: todos sp.

e) Ânion: os carbonos dos anéis e o carbono ligado ao oxigênio estão hibridizados em sp<sup>2</sup>; os demais, em sp<sup>3</sup>. No cátion: todos sp<sup>2</sup>.

**Q19. (ESPCEX)** O aspartame é um adoçante artificial usado para adoçar bebidas e alimentos.

Abaixo está representada a sua fórmula estrutural:



**Aspartame**

Sobre essa estrutura, são feitas as seguintes afirmações:

I. As funções orgânicas existentes na molécula dessa substância são características, apenas, de éter, amina, amida, ácido carboxílico e aldeído.

II. A fórmula molecular do aspartame é  $C_{13}H_{15}N_2O_5$ .

III. A função amina presente na molécula do aspartame é classificada como primária, porque só tem um hidrogênio substituído.

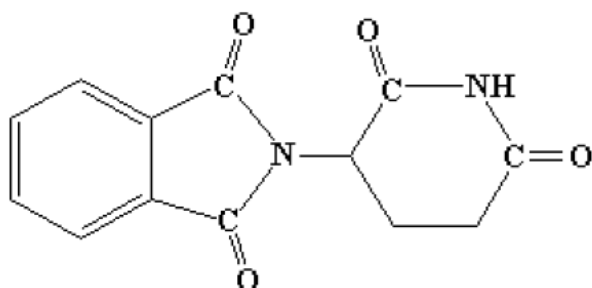
IV. A molécula de aspartame possui 7 carbonos com hibridização  $sp^3$  e 4 carbonos com hibridização  $sp^2$ .

V. O aspartame possui 6 ligações  $\pi$ (pi) na sua estrutura.

Das afirmações feitas está(ão) corretas:

- a) apenas I e III.
- b) apenas II e III.
- c) apenas III e V.
- d) apenas II e IV.
- e) apenas I e IV.

**Q20. (ESPCEX)** No final da década de 50, um medicamento chamado Talidomida foi prescrito em muitos países como tranqüilizante. A fórmula do princípio ativo desse remédio encontra-se abaixo:



O número de carbonos com hibridização do tipo  $sp^3$  presentes neste composto é

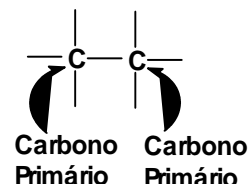
- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5
- e) 6

## 6. Classificação dos Carbonos nas Cadeias:

### a) Carbono primário:

É o carbono que se encontra na cadeia ligado diretamente a apenas **um átomo de carbono**.

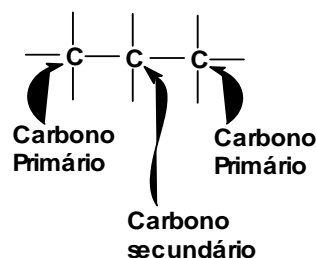
✓ Exemplo:



### b) Carbono secundário:

É o carbono que se encontra na cadeia, ligado diretamente a **dois átomos de carbonos**.

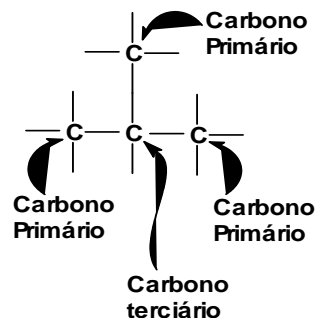
✓ Exemplo:



### c) Carbono terciário:

É o carbono que se encontra na cadeia, ligado diretamente a **três átomos de carbono**.

✓ Exemplo:

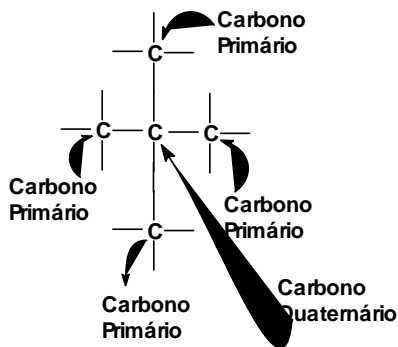


### d) Carbono quaternário:

É o carbono que se encontra na cadeia, ligado diretamente a **quatro átomos de carbonos**.



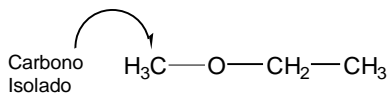
✓ Exemplo:



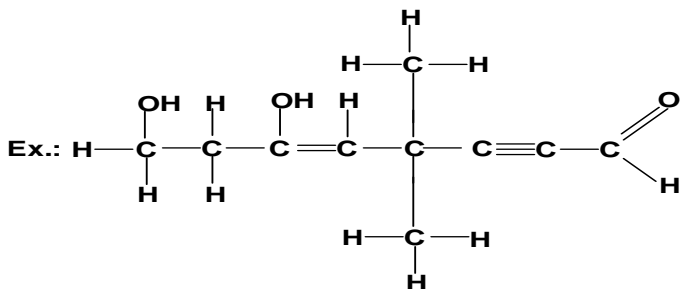
e) Carbono zero ou isolado:

É o carbono que se encontra na cadeia e que não se liga diretamente a nenhum átomo de carbono.

✓ Exemplo:



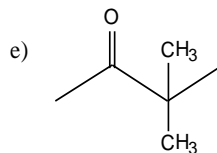
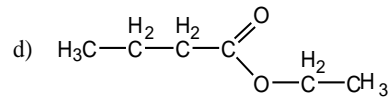
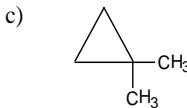
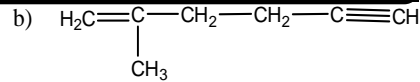
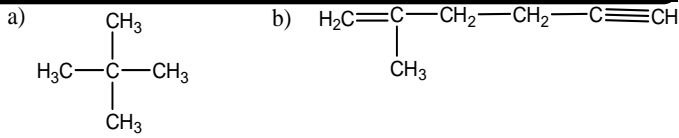
➤ Dê a classificação para os carbonos abaixo:



- Primário =
- Secundário =
- Terciário =
- Quaternário =

### APLICAÇÕES SOBRE O TEMA

**Q21.** Determine o número de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários existentes em cada uma das estruturas a seguir e escreva suas fórmulas moleculares.



**Q22. (UFV MG - Adaptada por YB)** Considerando os compostos a seguir:

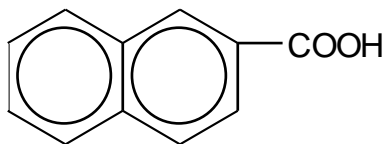
- I H<sub>3</sub>C — (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> — CH<sub>3</sub>
- II C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> — CH<sub>2</sub> — CH<sub>3</sub>
- III H<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
- IV H<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>
- V H<sub>3</sub>CCHBrCHBrCH<sub>3</sub>

Em relação às moléculas acima, marque a alternativa correta:

- a) Apenas as cadeias carbônicas III, IV e V são ramificadas.
- b) Todas as cadeias apresentam carbonos secundários.
- c) Todas as cadeias apresentam carbonos terciários.

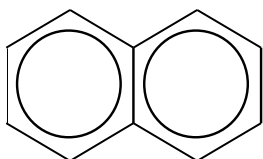
- d) Nem todas as cadeias são homogêneas.
- e) Pelo menos 2 das cadeias acima apresentam carbono quaternário.

**Q23. (YB)** Sobre a cadeia carbônica:



- Marque a alternativa correta:
- a) A fórmula molecular do composto é  $C_{11}HO_2$ ;
- b) O nº de carbonos primários, secundários e terciários são, respectivamente, 1, 7 e 2 .
- c) O nº de ligações sigma e pi são, respectivamente, 22 e 6.
- d) Como cada benzeno apresenta 3 ligações pi, logo os dois benzenos condensados apresentarão 6 ligações pi.
- e) A classificação da cadeia carbônica acima é: fechada, aromática, ramificada, saturada e heterogênea.

**Q24. (YB)** A naftalina é um produto de uso doméstico, utilizado para matar traças e baratas. Na sua composição, encontramos o naftaleno, que apresenta a seguinte cadeia:



- A respeito do naftaleno, responda:
- a) Qual é a sua fórmula molecular é  $C_{12}H_{24}$ .
- b) A classificação de sua cadeia é aromática, polinucleada e isolada.
- c) A molécula apresenta 5 elétrons pi.
- d) Todos os carbonos da estrutura são secundários, exceto 2 carbonos.

e) A molécula em questão é saturada, pois não apresenta ligações duplas e/ou triplas entre átomos de carbono.