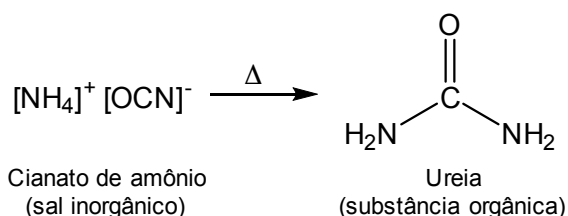


1 HISTÓRICO

Em meados do século XVIII, Torbern Olof Bergman definia a Química Orgânica como a área de estudos das substâncias advindas de seres vivos, e a Inorgânica como a Química dos seres inanimados. Em 1807, Jöns Jacob Berzelius admitia que somente os organismos vivos eram capazes de produzir compostos orgânicos (Teoria da Força Vital ou Vitalismo).

Entretanto, em 1828, Friedrich Wöhler, aluno de Berzelius, sintetizou a ureia, um composto orgânico, a partir de reagentes inorgânicos (cianato de amônio), refutando a teoria do Vitalismo.



Em 1858, Friedrich August Kekulé formulou a Teoria Estrutural. De acordo com ela, a Química Orgânica seria a área de estudos dos compostos do carbono.

Atenção: todos os compostos orgânicos são formados por átomos de carbono, mas nem todo composto com carbono é orgânico. Exemplos de compostos que são inorgânicos: CO_2 , HCN , CCl_4 , CaCO_3 , etc.

2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

a) Estado físico: são encontrados, à temperatura ambiente, nos três estados físicos (sólido, líquido, gasoso). Ex: glicose (sólida), etanol (líquido) e metano (gás).

b) Solubilidade: compostos orgânicos apolares são praticamente insolúveis em água, mas solúveis em solventes apolares (por exemplo, graxa - hidrocarbonetos de cadeia longa - pode ser removida com gasolina). Já os polares podem ser solúveis

em água, tais como açúcar, etanol e ácido acético (contido no vinagre).

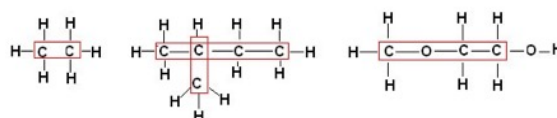
c) Combustibilidade: a grande maioria dos compostos que sofrem combustão (queima) são de origem orgânica.

Exemplo: Combustão completa do etanol



d) Encadeamento: os átomos de carbono têm a propriedade de se unir, formando estruturas denominadas cadeia carbônicas. Essa propriedade é a principal responsável pela existência de milhões de compostos orgânicos.

Exemplos: cadeia linear, cadeia ramificada, cadeia heterogênea (presença de oxigênio, chamado de heteroátomo)



3 ESTUDO DO CARBONO

De acordo com a Teoria da Ligação de Valência, o carbono hibridizado apresenta quatro elétrons desemparelhados, sendo, portanto, tetravalente (realiza quatro ligações). Ele pode ser encontrado em três formas hibridizadas distintas, de acordo com os tipos de ligações químicas realizadas, conforme ilustrado na tabela abaixo:

Tipos de carbono	Ligações σ e π	Hibridação	Ângulos	Forma geométrica	Exemplos
simples 	4 σ e 0 π	sp^3	109°28'	espacial tetraédrica	CH_4 
uma dupla 	3 σ e 1 π	sp^2	120°	plana trigonal ou triangular	C_2H_4 
tripla duas duplas 	2 σ e 2 π	sp	180°	linear	C_2H_2 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ CO_2 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

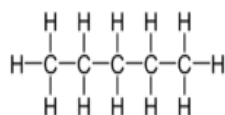
Atenção: lembre-se da ordem do comprimento da ligação: $C-C > C=C > C\equiv C$. A ordem da energia de ligação é o inverso: $C\equiv C > C=C > C-C$.

4 REPRESENTAÇÃO

a) **Fórmula Molecular:** mostra a quantidade de átomos de uma substância, porém não evidencia as ligações entre eles. Sua utilização em química orgânica é limitada pois muitos compostos orgânicos podem apresentar a mesma fórmula molecular (isômeros).

Ex: C_5H_{12}

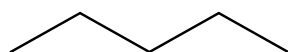
b) **Fórmula Estrutural Plana, de Traço ou de Kekulé:** mostra a conectividade entre todos os átomos de um composto orgânico, porém sem demonstrar a geometria adequada.



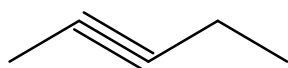
c) **Fórmula Estrutural Condensada:** forma de representação de compostos orgânicos em que nem todas as ligações são explicitamente evidenciadas.

Ex: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ ou $CH_3(CH_2)_3CH_3$

d) **Fórmula Estrutural de Linhas ou de Bastão:** mostra a conectividade entre todos os átomos, omitindo a escrita dos átomos de carbono e de hidrogênio a eles ligados.



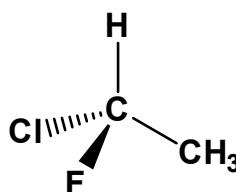
Atenção: Ao escrever a fórmula de linhas para um composto que possui carbono que faz uma ligação tripla, muitos alunos cometem erros. Veja um exemplo abaixo:



A representação acima está errada, pois os carbonos da ligação tripla devem ter geometria linear. O correto seria:

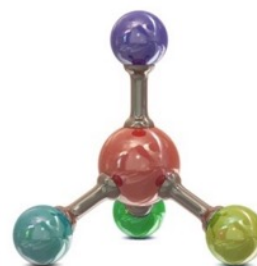


e) **Fórmula Espacial:** destaca a geometria das ligações em um composto orgânico.



Tanto o hidrogênio quanto o grupo CH_3 estão no mesmo plano. O flúor está para frente (cunha cheia) e o cloro para trás (linha tracejada).

Tente relacionar a representação espacial acima com a seguinte figura:



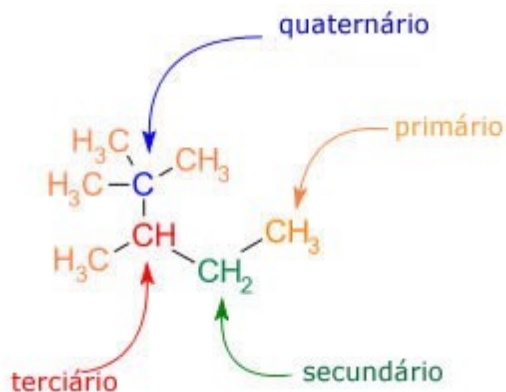
5 CLASSIFICAÇÃO DO CARBONO

a) Quanto ao número de átomos de carbono ligantes:

Classificação do Carbono	Definição
Primário	Ligado a nenhum ou a 1 outro átomo de carbono.
Secundário	Ligado a 2 outros átomos de carbono.
Terciário	Ligado a 3 outros átomos de carbono.
Quaternário	Ligado a 4 outros átomos de carbono.

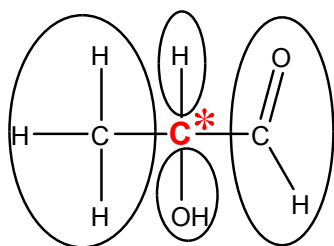
Atenção: substâncias orgânicas que apresentam um carbono, como o metano CH_4 , é classificado como primário, porém também pode ser chamado de metílico.

Veja, o exemplo abaixo:



b) **Carbono assimétrico ou quiral:** é chamado de carbono assimétrico um átomo de carbono sp^3 que faz ligações com quatro ligantes diferentes.

Ligantes são considerados toda a parte da cadeia que se estende de uma ligação. Na figura abaixo, o carbono destacado é assimétrico, e circulado estão os seus quatro ligantes:



Atenção: por convenção, o carbono assimétrico ou quiral pode ser destacado com um asterisco.

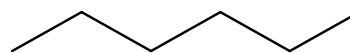
6 CLASSIFICAÇÕES DA CADEIA CARBÔNICA

A cadeia carbônica é o conjunto de átomos de carbono e heteroátomos (átomos diferentes de carbono que se encontram entre carbonos) que constituem

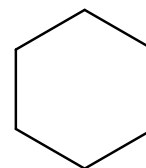
a molécula. Os principais heteroátomos são O, N, P e S.

Atenção: não confunda cadeia carbônica com cadeia principal.

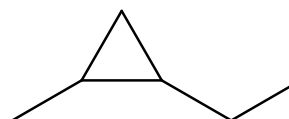
a) **Cadeia aberta (acíclica), fechada (cíclica) ou mista:** as cadeias abertas são aquelas em que existem pelo menos dois carbonos primários, que constituem as extremidades da cadeia, não podendo haver nenhum encadeamento dos átomos, ou seja, não há a presença de nenhum fechamento. Exemplo:



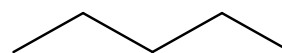
Já as cadeias fechadas ocorrem quando há um fechamento na cadeia, formando-se um ciclo, núcleo ou anel. Exemplo:



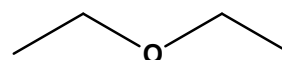
As cadeias mistas são aquelas que apresentam partes abertas e partes fechadas ligadas entre si. Exemplo:



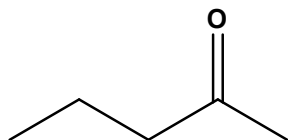
b) **Cadeia homogênea ou heterogênea:** a cadeia é homogênea quando, na cadeia, só existem átomos de carbono. Exemplo:



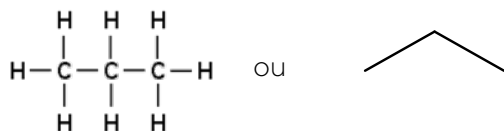
A cadeia é heterogênea quando ela possuir pelo menos um heteroátomo. Exemplo:



Atenção: a cadeia carbônica da molécula abaixo é homogênea, pois o oxigênio não é um heteroátomo, já que não está entre átomos de carbono. Veja:



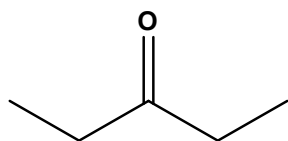
c) **Saturada ou Insaturada:** cadeias saturadas são aquelas em que os átomos da cadeia estão ligados somente por ligações simples. Exemplo:



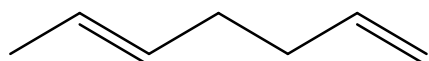
Cadeias insaturadas são aquelas em que alguns dos átomos da cadeia estão ligados por uma ou mais ligações duplas ou triplas. Exemplo:



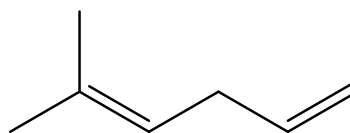
Atenção: não confunda (in)saturação da cadeia carbônica com a da molécula. Perceba que a molécula abaixo é insaturada, entretanto a sua cadeia carbônica é saturada. Veja:



d) **Normal ou Ramificada:** cadeia normal (ou linear) é aquela em que o encadeamento segue uma sequência única. Na realidade, não existem cadeias retas, pois os átomos de carbono irão se dispor na geometria correspondente à sua hibridização (tópico 1.3). Dessa forma, a ligação entre átomos da cadeia é representada em ziguezague Exemplo:

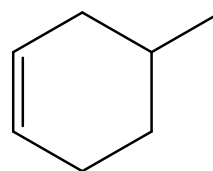


Cadeia ramificada é aquela em que apresentam "ramos" ou "ramificações" de átomos de carbono ligados à cadeia. Exemplo:

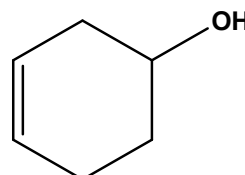


Atenção: Toda cadeia mista é ramificada.

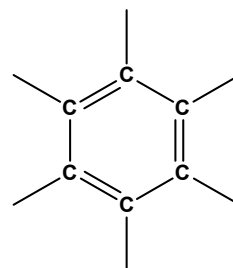
Exemplo:



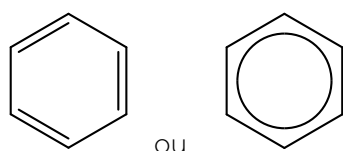
Cuidado: Quando somente átomos diferentes de carbono estão ramificados, a classificação da cadeia carbônica é normal ou linear. molécula abaixo possui cadeia carbônica normal. Veja:



e) **Aromática ou Alifática:** cadeias aromáticas apresentam ao menos um anel aromático. O anel aromático mais comum é o núcleo benzênico, que é um sistema hexagonal insaturado. Veja:

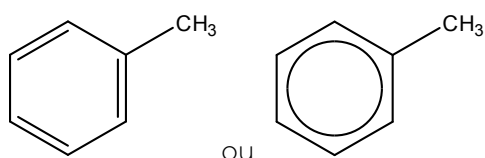


O benzeno, comercialmente denominado benzol, é uma substância líquida a temperatura ambiente, e sua estrutura apresenta um núcleo benzênico com todos átomos de carbono ligados somente a átomos de hidrogênio. Pode ser representado de duas formas:



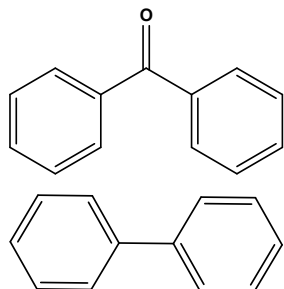
As cadeias aromáticas podem ainda ser classificadas como:

- cadeias aromáticas mononucleares: apresentam apenas um anel aromático.

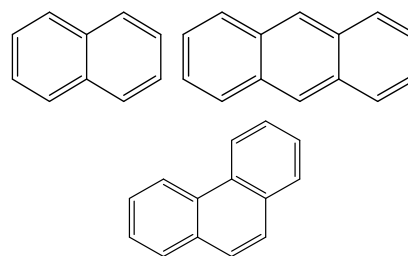


- cadeias aromáticas polinucleares: apresentam dois ou mais anéis aromáticos. Conforme a disposição dos anéis, teremos núcleos isolados, em que os anéis são separados por alguma ligação química entre eles, ou núcleos condensados, em que dois ou mais átomos de carbono fazem parte de mais de um anel aromático.

Exemplo cadeias aromáticas polinucleares isoladas:

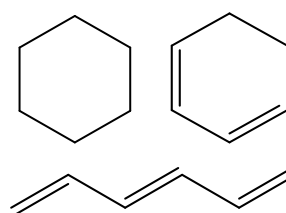


Exemplo cadeias aromáticas polinucleares condensadas:



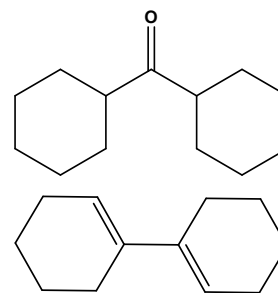
As cadeias alifáticas são quaisquer cadeias que não sejam aromáticas, ou seja, não possuem anel aromático.

Exemplo:

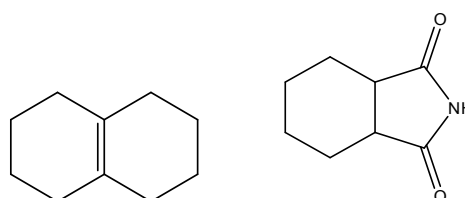


Atenção: cadeias alifáticas cíclicas (alíclicas) podem também ser classificadas como polinucleares isoladas ou condensadas.

Exemplo cadeias alifáticas polinucleares isoladas:



Exemplo cadeias alifáticas polinucleares condensadas:



Lembre-se:

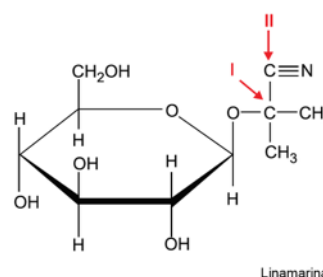
- Cadeia fechada = cadeia cíclica
- Cadeia fechada e ramificada = cadeia mista
- Cadeia fechada e homogênea = homocíclica
- Cadeia fechada e heterogênea = heterocíclica
- Os compostos alifáticos são aqueles que não são aromáticos.
- Cadeia fechada e alifática = alicíclico.
- Cadeia monocíclica ou mononucleada = cadeia fechada com apenas um ciclo.
- Cadeia policíclica condensada ou polinucleada condensada = cadeia fechada com mais de um ciclo, em que há átomos de carbono em comum.
- Cadeia policíclica não condensada (isolada) ou polinucleada não condensada (isolada) = cadeia fechada com mais de um ciclo, em que não há átomos de carbono em comum.

- b) cíclica, linear, saturada, homogênea.
- c) acíclica, ramificada, insaturada, homogênea.
- d) cíclica, ramificada, insaturada, heterogênea.
- e) acíclica, ramificada, saturada, homogênea.

Questão 02 - (FGV SP/2019)

A mandioca contém linamarina em todas as partes da planta. A decomposição da linamarina por enzimas produz o ácido cianídrico (HCN), que é um ácido fraco com constante de ionização (K_a) igual a 5×10^{-10} a 25 °C. A fabricação de farinha da mandioca é feita com a prensagem da massa obtida por meio da ralação das raízes descascadas. A água resultante desse processo arrasta a linamarina e os seus produtos de decomposição, podendo causar contaminação do meio ambiente e intoxicação em animais e plantas.

(OLIVEIRA, Suzy Sarzi. Metabolismo da linamarina em reator de digestão anaeróbia com separação de fases. 2003. xiv, 88 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101739>>. Adaptado)



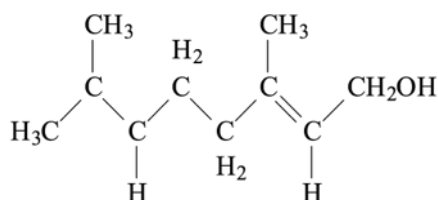
(https://openi.nlm.nih.gov/detailedresult.php?img=PMC3475106_1476-511X-11-74-1&req=4. Adaptado)

Sobre o tipo de ligação dos átomos de carbono na molécula da linamarina, aquele identificado por I e o átomo de carbono identificado por II fazem, respectivamente

EXERCÍCIOS

Questão 01 - (UNIFOR CE/2020)

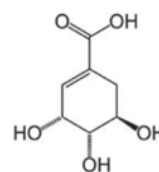
O geraniol é um líquido amarelado que apresenta um agradável odor de rosas, sendo utilizado na fabricação de fragrâncias e perfumes, de fórmula estrutural:



Em relação à cadeia carbônica, pode-se afirmar que é

- a) acíclica, ramificada, saturada, heterogênea.

- a) quatro ligações sigma - duas ligações sigma e duas ligações pi.
- b) quatro ligações sigma - três ligações sigma e uma ligação pi.
- c) quatro ligações sigma - uma ligação sigma e três ligações pi.
- d) quatro ligações pi - duas ligações sigma e duas ligações pi.
- e) quatro ligações pi - uma ligação sigma e três ligações pi.



Sobre esse composto, é CORRETO afirmar que

- a) é um composto aromático.
- b) possui apenas carbonos secundários e terciários.
- c) possui cadeia carbônica homocíclica.
- d) possui cadeia carbônica ramificada.

Questão 03 - (UECE/2019)

O átomo de carbono tem quatro elétrons externos e pode formar quatro ligações covalentes, distribuídas em geometrias distintas, que resultam estruturas espaciais diferentes. Considerando essa informação, analise os três itens a seguir:

	LIGAÇÕES	GEOMETRIA	ÂNGULO
I.	2 simples e 1 dupla	tetraédrica	120°
II.	1 simples e 1 tripla	linear	180°
III.	2 duplas	angular	109°

Está correto somente o que consta em

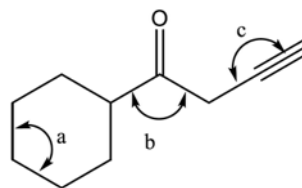
- a) I.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) II.

Questão 04 - (PUC SP/2018)

O Tamiflu ou fosfato de oseltamivir, utilizado para o tratamento da gripe, é produzido do composto ativo do anis-estrelado, também conhecido como *ácido shikimico*. Esse ácido é um potente antiviral. Sua fórmula estrutural está representada abaixo.

Questão 05 - (UFRGS RS/2018)

Considere o composto representado abaixo.



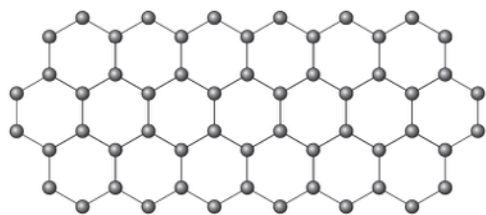
Os ângulos aproximados, em graus, das ligações entre os átomos representados pelas letras a, b e c, são, respectivamente,

- a) 109,5 - 120 - 120.
- b) 109,5 - 120 - 180.
- c) 120 - 120 - 180.
- d) 120 - 109,5 - 120.
- e) 120 - 109,5 - 180.

Questão 06 - (ENEM/2018)

O grafeno é uma forma alotrópica do carbono constituído por uma folha planar (arranjo bidimensional) de átomos de carbono compactados e com a espessura de apenas um átomo.

Sua estrutura é hexagonal, conforme a figura.

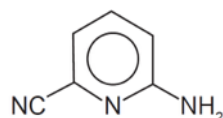


Nesse arranjo, átomos de carbono possuem hibridização

- sp de geometria linear.
- sp² de geometria trigonal planar.
- sp³ alternados com carbonos com hibridização sp de geometria linear.
- sp³d de geometria planar.
- sp³d² com geometria hexagonal planar.

Questão 07 - (ENEM/2018)

A radiação na região do infravermelho interage com a oscilação do campo elétrico gerada pelo movimento vibracional de átomos de uma ligação química. Quanto mais fortes forem as ligações e mais leves os átomos envolvidos, maior será a energia e, portanto, maior a frequência da radiação no infravermelho associada à vibração da ligação química. A estrutura química da molécula 2-amino-6-cianopiridina é mostrada.



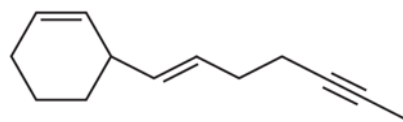
A ligação química dessa molécula, envolvendo átomos diferentes do hidrogênio, que absorve a radiação no infravermelho com maior frequência é:

- C - C
- C - N

- C = C
- C = N
- C ≡ N

Questão 08 - (ENEM/2017)

O hidrocarboneto representado pela estrutura química a seguir pode ser isolado a partir das folhas ou das flores de determinadas plantas. Além disso, sua função é relacionada, entre outros fatores, a seu perfil de insaturações.

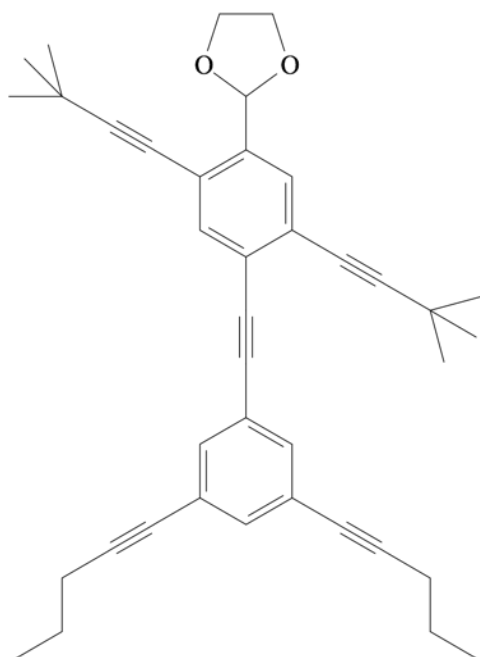


Considerando esse perfil específico, quantas ligações pi a molécula contém?

- 1
- 2
- 4
- 6
- 7

Questão 09 - (ENEM/2013)

As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



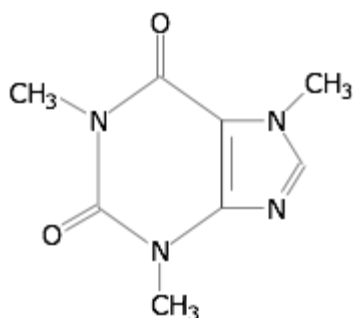
CHANTEAU, S. H. TOUR. J.M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23. 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- Mãos.
- Cabeça.
- Tórax.
- Abdômen.
- Pés.

Questão 10 - (FCM MG/)

A cafeína, um estimulante bastante comum no café, chá, guaraná etc., tem a seguinte fórmula estrutural:



Podemos afirmar corretamente que a fórmula molecular da cafeína é:

- $C_5H_9N_4O_2$
- $C_6H_{10}N_4O_2$
- $C_6H_9N_4O_2$
- $C_3H_9N_4O_2$
- $C_8H_{10}N_4O_2$

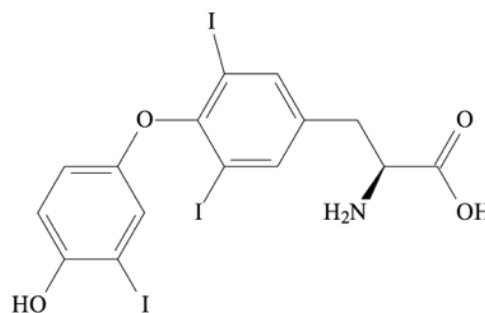
Questão 11 - (UEA AM/2017)

Em uma cadeia carbônica, um átomo de carbono é considerado quaternário quando está ligado diretamente a quatro

- funções orgânicas diferentes.
- outros átomos de carbono.
- átomos de hidrogênio.
- pares de elétrons.
- íons positivos.

Questão 12 - (FAMERP SP/2016)

Considere a liotironina, um hormônio produzido pela glândula tireoide, também conhecido como T3.



liotironina
massa molar = 650 g/mol

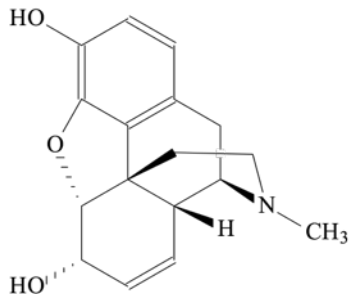
A molécula da liotironina apresenta

- a) átomo de carbono assimétrico.
- b) cadeia carbônica homogênea.
- c) cadeia carbônica alifática.
- d) dois heterociclos.
- e) quatro átomos de hidrogênio.

Questão 13 - (UERN/2014)

“A morfina é uma substância narcótica e sintética (produzida em laboratório), derivada do ópio retirado do leite da papoula. Com uma grande utilidade na medicina, a morfina é usada como analgésico em casos extremos, como traumas, partos, dores pós-operativas, graves queimaduras etc.”

(Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/drogas/morfina.htm>.)



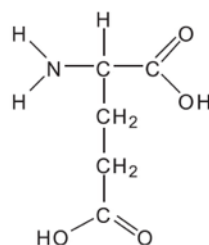
Morfina

Com relação à morfina, é correto afirmar que

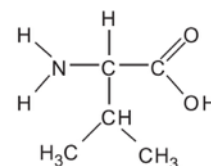
- a) possui 4 carbonos secundários.
- b) não possui carbono quartenário.
- c) sua fórmula molecular é $C_{17}H_{19}NO_3$.
- d) possui 5 carbonos com hibridação sp^2 .

Questão 14 - (FM Petrópolis RJ/2013)

A anemia falciforme é uma doença provocada por uma mutação no cromossomo 11. Caracteriza-se pela substituição de um ácido glutâmico por uma valina em uma das cadeias que compõem a molécula de hemoglobina. Essa alteração provoca a mudança da forma das hemácias fazendo com que elas apresentem uma estrutura em forma de foice, o que gera graves dificuldades para a sua circulação pelos vasos sanguíneos. Abaixo, estão as estruturas químicas do ácido glutâmico e da valina.



Ácido Glutâmico

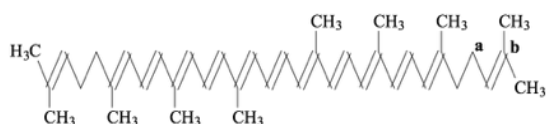


Valina

- a) Quantos carbonos primários, secundários e terciários existem na estrutura do ácido glutâmico e da valina?
- b) Qual é a função da molécula de hemoglobina presente nas hemácias?

Questão 15 - (UFRN/2008)

Produtos agrícolas são muito importantes em uma dieta alimentar. O tomate, por exemplo, é fonte de vitaminas e contém licopeno – de ação antioxidante –, cuja estrutura é:



a) Apresente quatro classificações da cadeia carbônica do licopeno.

b) Qual o tipo de hibridização dos carbonos (a e b) indicados na figura? Justifique sua resposta baseando-se no número e no tipo de ligações formadas nesses carbonos.

GABARITO:

1) Gab: C

2) Gab: A

3) Gab: D

4) Gab: C

5) Gab: B

6) Gab: B

7) Gab: E

8) Gab: C

9) Gab: A

10) Gab: E

11) Gab: B

12) Gab: A

13) Gab: C

14) Gab:

a) ácido glutâmico: 2 primários e 3 secundários; valina: 3 primários, 1 secundário e 1 terciários.

b) interagir com moléculas dos gases oxigênio e gás carbônico, efetuando assim, o transporte de gases.

15) Gab:

a) cadeia aberta, alifática ou acíclica; ramificada; insaturada e homogênea.

b) C_a possui hibridização sp³ porque apresenta 4 ligações sigmas (ou 4 ligações simples).

C_b possui hibridação sp² porque apresenta 3 ligações sigmas (ou 3 ligações simples) e 1 ligação pi (ou 1 ligação dupla).