

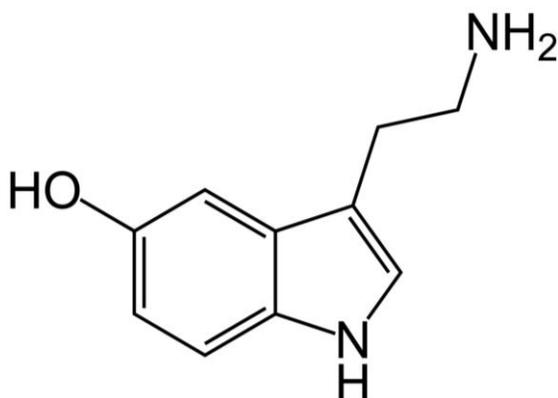
Prof. Marcus Ennes
Prof. Felipe Garcia

Química Orgânica

UNIDADE 54: Tipos de fórmulas e classificação de carbonos

Todas as substâncias apresentam uma composição e uma estrutura, desde os compostos iônicos e metálicos até os covalentes. A forma como escolhemos representar uma substância tem relação com a necessidade que o contexto demanda. Na estequiometria por exemplo não há necessidade de visualização estrutural das substâncias, apenas sua composição, já na química orgânica temos recorrentemente esta necessidade.

Existem diversas formas de representar a composição de uma substância, cada uma com suas especificidades e finalidades. O objetivo é para que se tenha mais de uma maneira de analisar a constituição e a estrutura de um composto químico, caso necessário. Veremos, dentro da química orgânica, cada uma das principais maneiras de se expressar tais fórmulas.



Fórmula molecular

A fórmula molecular apresenta apenas a quantidade de átomos presentes na substância, porém não mostra como estes estão organizados, nem as ligações feitas entre eles, isto é, não nos informa qual será o arranjo estrutural da substância em questão.

Este tipo de fórmula é utilizado principalmente nos cálculos químicos, onde o que mais importa é a constituição do composto, e não a sua estrutura. Temos como exemplos deste tipo de representação: C₂H₆O ; C₆H₁₂O₆ ; H₂O; NaNO₃ e C₄H₁₀.

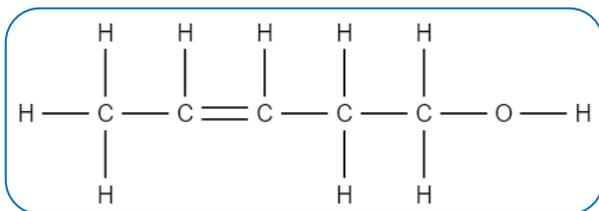
Fórmula mínima

Mesmo sendo uma fórmula que de maneira geral não será usada nessa parte do conteúdo, vale relembrar: ela mostra a menor proporção inteira entre os átomos presentes na substância. Também é chamada de fórmula empírica.

Para encontrar a fórmula molecular a partir da fórmula mínima, pelo menos uma informação a mais será necessária, como por exemplo a quantidade de carbonos na substância ou até mesmo sua massa molar. Podemos utilizar como exemplo a fórmula (CH₂O)_n. A partir dessa fórmula, é possível obter diversas substâncias, como o metanal (CH₂O, n = 1) e a glicose (C₆H₁₂O₆, n = 6).

Fórmula estrutural plana

Apresenta todos os átomos e as ligações que realizam, como podemos observar na estrutura a seguir:



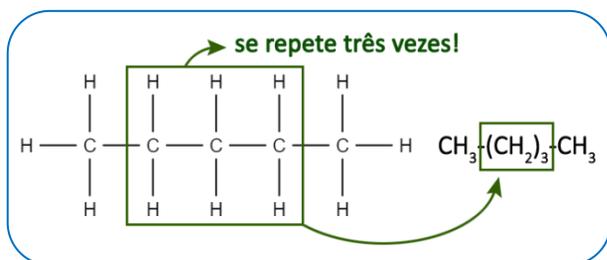
Analisando esse tipo de fórmula, observamos todos os arranjos atômicos e todas as ligações existentes no composto, fornecendo as informações relativas à estrutura plana da molécula.

Dessa forma, esse tipo de fórmula é uma das mais completas, permitindo uma análise mais profunda acerca da substância em questão.

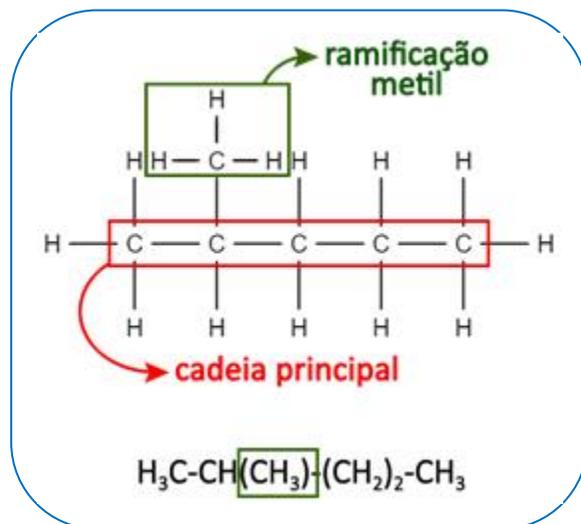
Fórmula condensada

Nessa fórmula, **todos** os átomos são explicitados, entretanto algumas ligações são ocultadas, visando uma “condensação”, isto é, uma simplificação com relação à fórmula estrutural plana.

Quando há unidades que se repetem, essas estruturas poderão ser apresentadas como condensadas entre parênteses e, logo após o fechamento dos parênteses, indicaremos o número de vezes em que se repete, como podemos ver no caso do CH₂, que se repete três vezes na molécula do pentano:



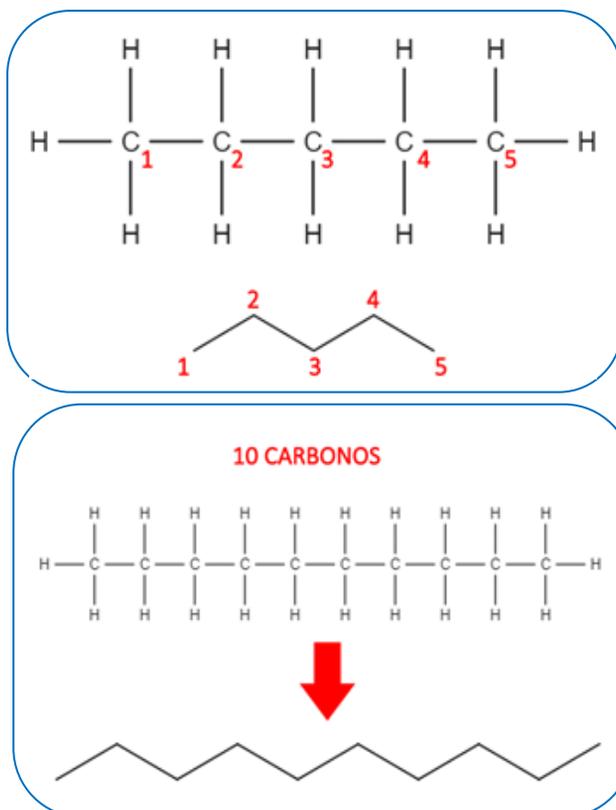
Caso haja presença de ramificações na cadeia principal, ou seja, grupamentos formados apenas por carbono e hidrogênio ligados à cadeia principal, essas ramificações também estarão colocadas entre parênteses.



Fórmula bastão

Também chamada de fórmula de traços, esse tipo de fórmula apresenta todas as ligações existentes na substância com exceção das ligações entre hidrogênio e carbono. A fórmula bastão também representa todos os átomos diferentes de carbono, e todos os hidrogênios que não estejam ligados à átomos de carbono.

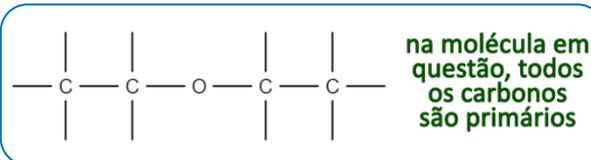
É importante assimilar que, nessa representação, cada vértice ou extremidade da cadeia representa um átomo de carbono. Observe o exemplo das moléculas abaixo:



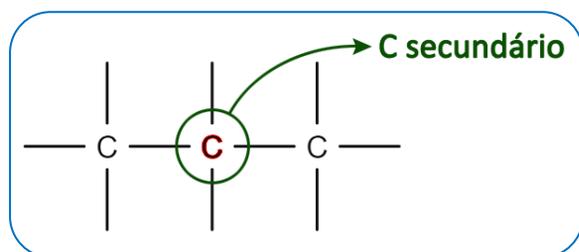
Classificação dos átomos de carbono

Existem diversas maneiras de classificar os átomos de carbono. Uma destas classificações diz com quantos outros átomos de carbono liga-se o átomo a ser classificado. Existem quatro tipos de classificação deste tipo: primário, secundário, terciário e quaternário.

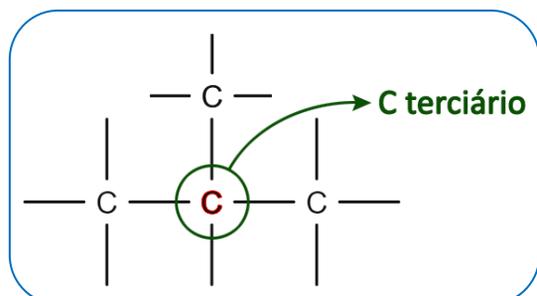
- **Carbono Primário:** É o átomo de carbono que está ligado diretamente a nenhum ou apenas um átomo de carbono. Já existiu uma classificação do tipo “carbono nulário” para átomos de carbono que não se ligam a nenhum outro átomo de carbono, porém essa classificação atualmente não é mais utilizada, e o carbono nulário pode então ser classificado como primário.



- **Carbono Secundário:** O átomo de carbono está ligado diretamente a outros dois átomos de carbono.

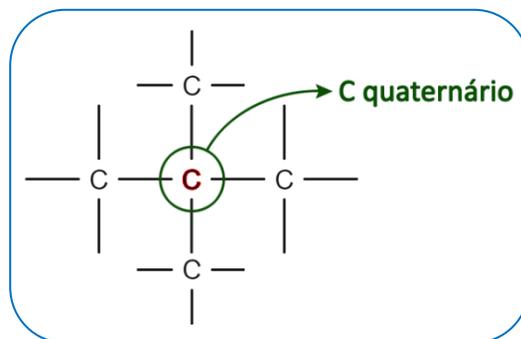


- **Carbono Terciário:** O átomo de carbono faz ligação diretamente com outros três átomos de carbono.



- **Carbono Quaternário:** É o átomo de carbono que está ligado diretamente a 4 átomos de

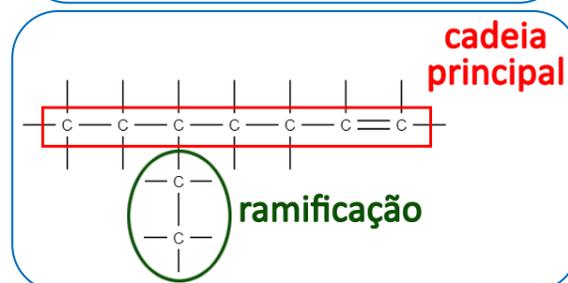
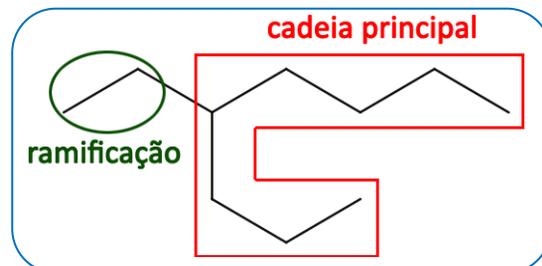
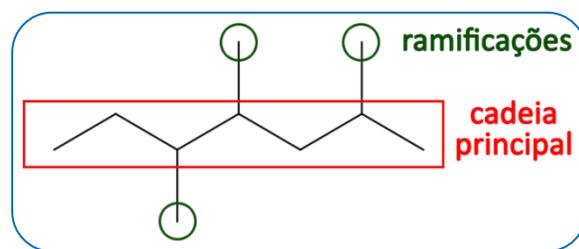
carbono, isto é, realiza todas as suas ligações com outros átomos de carbono.



Determinando a cadeia principal

Para determinar a cadeia principal de um composto orgânico, vamos seguir o padrão de regras contido no livro azul da IUPAC – *International Union of Pure and Applied Chemistry* – e então, é necessário que se atente à alguns fatores.

A cadeia principal será sempre a maior sequência direta de átomos de carbono de um composto. Qualquer grupamento alquila (isto é: formado apenas por carbono e hidrogênio) que esteja ligado à cadeia principal será classificado como uma ramificação dessa cadeia, como podemos observar a seguir:

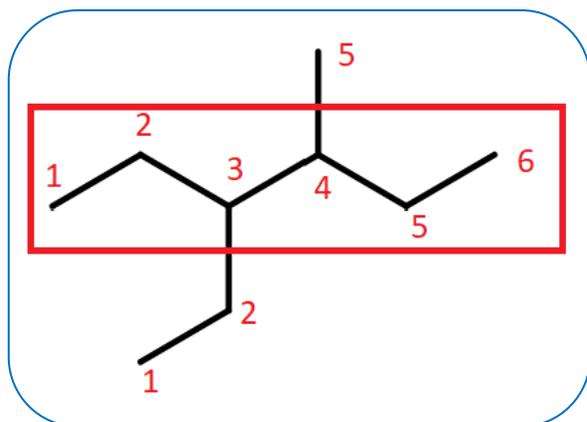


Para numerar corretamente a cadeia principal, precisaremos seguir a regra da menor numeração, também conhecida como regra da menor soma, em que, na numeração da cadeia principal, iremos optar sempre pela menor numeração possível para ser usada posteriormente na nomenclatura.

Para que tenhamos sempre a menor numeração, basta começar a numeração o mais próximo possível do grupo de maior prioridade. A ordem de prioridade se divide entre ramificações, insaturações e grupos funcionais, e está tabelada a seguir:

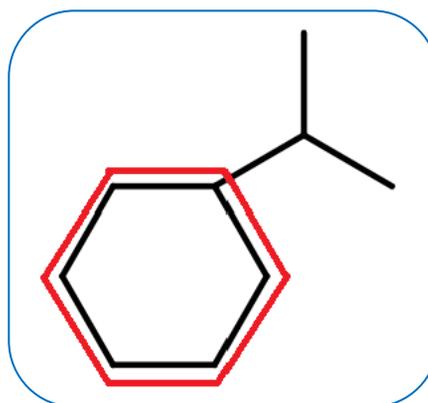
Grupo funcional (maior prioridade)	É o que caracteriza uma função orgânica. Obrigatoriamente o carbono que liga-se ao grupo funcional fará parte da cadeia principal
Insaturação (segunda maior)	Ligações duplas ou triplas entre carbonos
Ramificações (menor prioridade)	São constituídas por grupos alquila ligados à cadeia principal, isto é, como se fossem as “pernas” existentes no composto. Vale frisar que as ramificações não fazem parte da cadeia principal.

Ou seja, uma molécula que tem em uma extremidade uma insaturação e em outra extremidade um grupo funcional terá prioridade de menor numeração para o carbono ligado ao grupo funcional. A seguir temos mais exemplos:



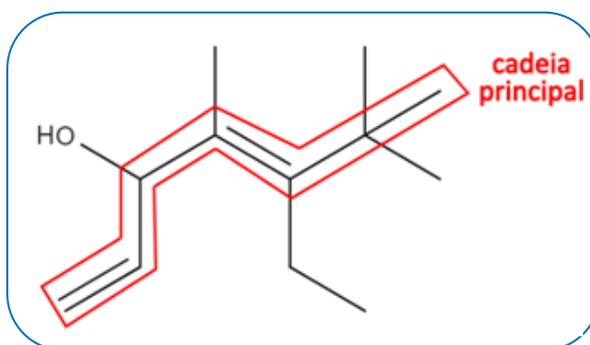
Observe que nos carbonos marcados como 1 e 2, é indiferente escolher uma possibilidade ou a outra pois ambas possuem o mesmo número de carbonos e representarão o mesmo tipo de ramificação. Já quando chegamos ao carbono 4 temos que seguir para a maior sequência possível, o que torna o carbono acima numerado como possível 5 uma ramificação.

Caso a cadeia seja cíclica, esta será a cadeia principal (desde que não haja grupamento funcional fora desta parte fechada), e os grupamentos que estiverem ligados ao ciclo serão considerados ramificações. Por exemplo:



Neste caso a cadeia principal é a parte fechada (hexágono vermelho).

Em casos nos quais há o mesmo número de carbonos em sequência em mais de uma possibilidade, a cadeia principal será aquela com o **maior** número de ramificações. Observe o exemplo a seguir:



O critério para esta cadeia ser a principal foi a presença de uma hidroxila (OH – grupo funcional) e a presença de insaturações. Obrigatoriamente esses carbonos do grupo

funcional e das insaturações farão parte da cadeia principal.

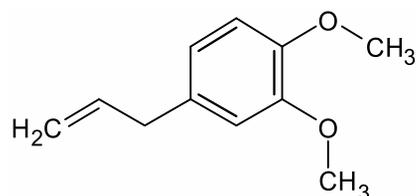
Na extremidade direita da cadeia, podemos observar que todas as possibilidades nos dão dois carbonos na cadeia principal, entretanto, deve-se escolher aquela cadeia que possui a maior quantidade de ramificações, a fim de facilitar a nomenclatura do composto orgânico.

NOTAS:



ATIVIDADES PROPOSTAS

1) O eugenol ou óleo de cravo, é um forte antisséptico. Seus efeitos medicinais auxiliam no tratamento de náuseas, indigestão e diarreia. Contém propriedades bactericidas, antivirais, e é também usado como anestésico e antisséptico para o alívio de dores de dente. A fórmula estrutural deste composto orgânico pode ser vista abaixo:



O número de átomos de carbono secundário neste composto é:

- a) 2
- b) 3
- c) 7
- d) 8
- e) 10

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

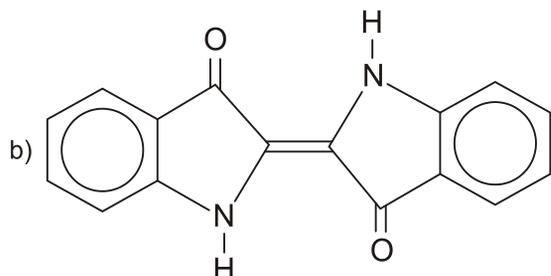
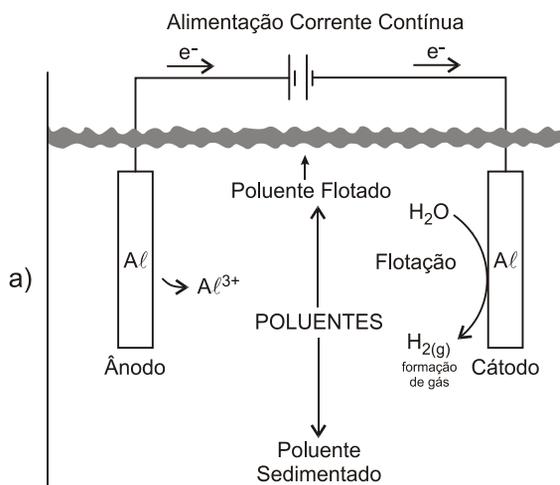
Ano Internacional da Cooperação pela Água

A Organização das Nações Unidas (ONU) declarou 2013 como o “Ano Internacional da Cooperação pela Água” com a finalidade de uma reflexão mundial sobre os desafios da gestão, acesso, distribuição e serviços relacionados a este recurso cada vez mais escasso no planeta.

Tratamento de Águas

Entre os grandes exploradores de fontes aquáticas estão as indústrias têxteis. Estas requerem grandes quantidades de água, corantes, entre outros produtos. O processamento têxtil é um grande gerador de dejetos poluidores de recursos hídricos. Uma técnica promissora para a minimização desse problema é a eletrofloculação, que tem se mostrado eficiente tanto no processo de reciclagem da água quanto do corante. A Fig. a) mostra uma representação esquemática de um dispositivo de eletrofloculação e a b) estrutura

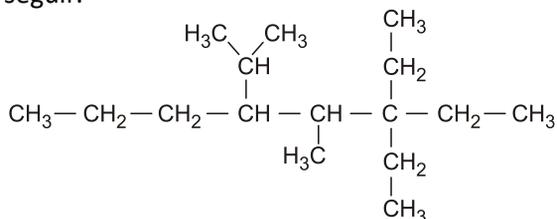
química do corante índigo, bastante usado nas indústrias têxteis



2) A fórmula molecular do corante índigo é:

- a) $C_{16}H_{16}N_2O_2$
- b) $C_{14}H_{10}N_2O_2$
- c) $C_{16}H_{10}N_2O_2$
- d) $C_{16}H_{10}NO$
- e) $CHNO$

3) Analise o composto representado na figura a seguir.



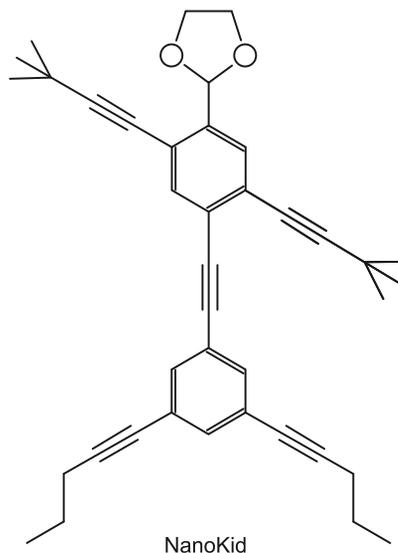
Assinale a alternativa **correta** em relação ao composto.

- a) Este composto representa um alcano de cadeia linear.
- b) Este composto possui apenas três carbonos terciários.
- c) Este composto possui quatro insaturações.

d) Neste composto encontra-se apenas um carbono assimétrico.

e) Este composto é representado pela forma molecular $C_{16}H_{32}$.

4) 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:

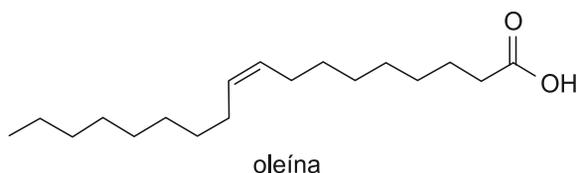


Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- a) Mãos.
- b) Cabeça.
- c) Tórax.
- d) Abdômen.
- e) Pés.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

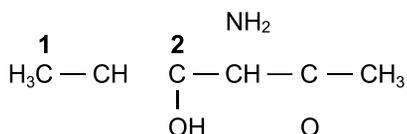
O óleo da amêndoa da andiroba, árvore de grande porte encontrada na região da Floresta Amazônica, tem aplicações medicinais como antisséptico, cicatrizante e anti-inflamatório. Um dos principais constituintes desse óleo é a oleína, cuja estrutura química está representada a seguir.



5) O número de átomos de carbono na estrutura da oleína é igual a

- a) 16.
- b) 18.
- c) 19.
- d) 20.
- e) 17.

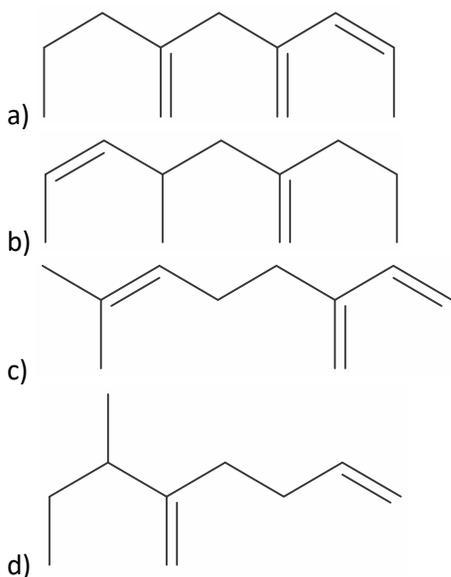
6) Observe a fórmula estrutural incompleta do seguinte composto orgânico, com dois átomos de carbono numerados:



Com relação à estrutura acima apresentada, é correto dizer que faltam três ligações, quais sejam:

- a) uma simples e duas duplas, e o átomo de carbono 1 é do tipo sp^3 e o 2 é do tipo sp .
- b) uma dupla e duas simples, e o átomo de carbono 1 é do tipo sp e o 2 é do tipo sp^2 .
- c) uma simples e duas duplas, e o átomo de carbono 1 é do tipo sp^3 e o 2 é do tipo sp^2 .
- d) uma tripla e duas simples, e o átomo de carbono 1 é do tipo sp^3 e o 2 é do tipo sp^2 .

7) A substância responsável pelo sabor amargo da cerveja é o mirceno, $C_{10}H_{16}$. Assinale a opção que corresponde à fórmula estrutural dessa substância.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

No tratamento da maioria dos cânceres, a quimioterapia é frequentemente usada para retardar a progressão da doença. Contudo, esse tratamento provoca, muitas vezes, efeitos colaterais indesejáveis, tais como a perda de cabelo, vômitos e problemas digestivos. A razão desses efeitos colaterais está associada ao fato das drogas quimioterápicas injetáveis conseguirem chegar a qualquer parte do corpo, atingindo não só as células cancerosas, mas também as células saudáveis.

Para minimizar esse tipo de dano à saúde já debilitada do paciente, muitas pesquisas estão sendo feitas utilizando nanopartículas no tratamento do câncer.

A nanotecnologia se tornou, nos últimos anos, uma importante aliada na área de saúde, em especial da medicina, no que se refere à manipulação de partículas ultrapequenas (nanopartículas), para prevenir, diagnosticar ou curar doenças. Atualmente, a definição mais usada estipula que uma partícula é nano se o seu diâmetro equivale a um bilionésimo de metro (10^{-9} m).

No combate ao câncer de próstata, por exemplo, pesquisadores desenvolveram uma estratégia de ataque direto às células doentes por meio de nanopartículas. São elas que levam o fármaco, em altas concentrações, até as células cancerosas, evitando que a maioria das células saudáveis sejam atingidas. Os pesquisadores utilizaram nanopartículas de sílica carregadas de uma substância que combate esse tipo de câncer. Elas são, ainda, revestidas por uma vitamina, o folato, que é naturalmente atraída pelas células tumorais.

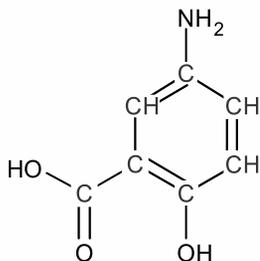
Nos testes in vitro, as nanopartículas atingiram seu objetivo e eliminaram cerca de 70% das células tumorais da próstata, enquanto apenas 10% das células saudáveis foram atingidas.

Esse resultado foi considerado muito favorável se comparado aos efeitos gerais de uma quimioterapia.

Porém, por trás dessa nova tecnologia promissora, existe um risco: determinados tipos de nanopartículas poderiam passar livremente pelas defesas naturais do corpo humano, tais como a pele, a membrana mucosa do nariz, da garganta, dos pulmões e do intestino. Isso

prejudicaria os órgãos internos, suscetíveis a essas partículas ultrapequenas.

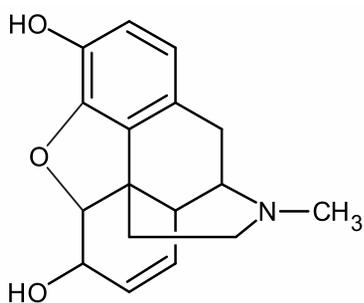
8) O uso de fármacos já conhecidos dentro dessas nanopartículas é uma das aplicações positivas dessa tecnologia. Desse modo, seria usada uma menor quantidade do medicamento e diminuindo, assim, os efeitos colaterais. Observe a estrutura do ácido 5-aminosalicílico, fármaco utilizado como anti-inflamatório intestinal.



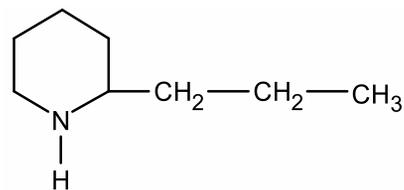
Assinale a alternativa que apresenta a fórmula molecular, desse ácido.

- a) $C_7H_7NO_3$
- b) $C_7H_7NO_2$
- c) $C_6H_7NO_3$
- d) $CHNO$
- e) C_7H_7

9) Plantas apresentam substâncias utilizadas para diversos fins. A morfina, por exemplo, extraída da flor da papoula, é utilizada como medicamento para aliviar dores intensas. Já a coniina é um dos componentes da cicuta, considerada uma planta venenosa. Suas estruturas moleculares são apresentadas na figura.



Morfina



Coniina

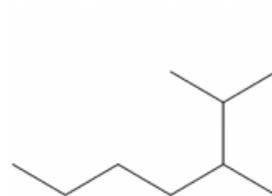
Dentre os fitoquímicos representados, um deles é aromático e apresenta a seguinte fórmula molecular

- a) $C_{16}H_{17}NO_2$.
- b) $C_{16}H_{19}NO_3$.
- c) $C_{17}H_{17}NO_3$.
- d) $C_{17}H_{19}NO_3$.
- e) $C_{15}H_{15}NO_3$.

10) As fórmulas de linhas na química orgânica são muitas vezes empregadas na tentativa de simplificar a notação de substâncias. Dessa maneira, as fórmulas de linhas para o butano e o metil-butano são representadas, respectivamente, por



Considere a substância representada pra estrutura a seguir



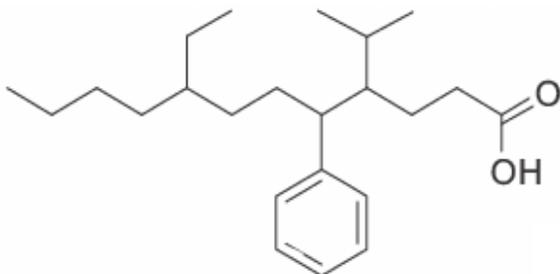
Quantos carbonos existem na cadeia principal?

- a) 8.
- b) 6.
- c) 9.
- d) 7.
- e) 5.

11) O composto representado pela fórmula estrutural, abaixo, pertence à função orgânica dos ácidos carboxílicos e apresenta alguns substituintes orgânicos, que correspondem a uma ramificação como parte de uma cadeia carbônica principal, mas, ao serem mostrados

isoladamente, como estruturas que apresentam valência livre, são denominados radicais.

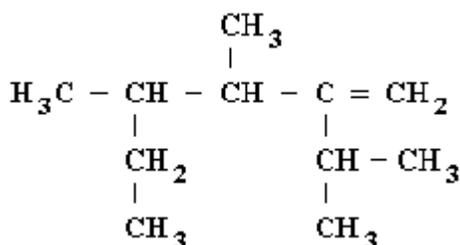
(Texto adaptado de: Fonseca, Martha Reis Marques da, Química: química orgânica, pág 33, FTD, 2007).



Seguindo a ordem de prioridade da numeração da cadeia principal, os radicais encontram-se ligados aos carbonos de número:

- a) 3, 4 e 7
- b) 4, 5 e 8
- c) 5, 8 e 9
- d) 4, 7 e 8.
- e) 1, 4 e 5.

12) Sobre o composto, cuja fórmula estrutural é dada a seguir, fazem-se as afirmações:



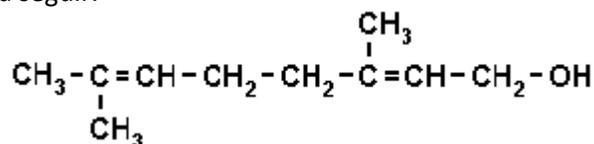
- I. É um alceno.
- II. Possui três ramificações diferentes entre si, ligadas a cadeia principal.
- III. Apesar de ter fórmula molecular $\text{C}_{11}\text{H}_{22}$, não é um hidrocarboneto.
- IV. Possui no total quatro carbonos terciários.

São corretas:

- a) I e IV, somente.
- b) I, II, III e IV.
- c) II e III, somente.
- d) II e IV, somente.
- e) III e IV, somente.

13) A estrutura do Geraniol, precursor de um

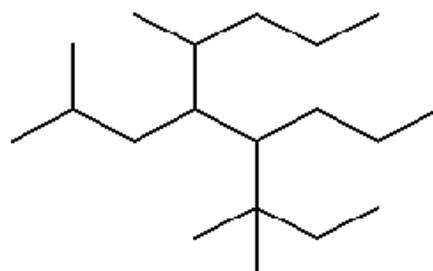
aromatizante com odor de rosas, está colocada a seguir.



Em relação à molécula, pode-se afirmar que:

- a) Possui 10 carbonos na sua cadeia principal.
- b) A cadeia principal apresenta três ramificações.
- c) Possui apenas uma ligação dupla.
- d) O carbono de número 2 faz ligação com um radical
- e) Os carbonos 3 e 4 da cadeia principal apresentam hibridações sp^2 e sp^3 .

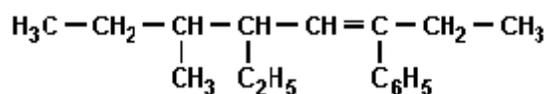
14) Analise a estrutura a seguir e considere as regras de numeração da cadeia principal



Assinale a opção que indica o número dos carbonos que possuem ligação com ramificações.

- a) 3, 4, 5 e 7.
- b) 2, 4, 5 e 6.
- c) 3, 4, 5 e 6.
- d) 2, 3, 4 e 5.

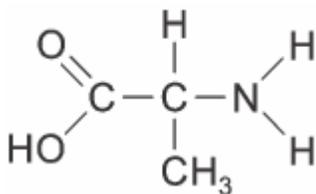
15) Dado o composto:



Os radicais ligados aos carbonos 3, 5 e 6 da cadeia principal, possuem quantos carbonos, respectivamente:

- a) 3, 5 e 2
- b) 6, 2 e 1
- c) 1, 5 e 6
- d) 1, 2 e 2
- e) 6, 5 e 3

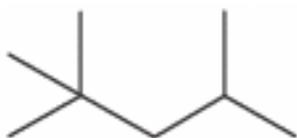
16) Observe a molécula a seguir:



Sobre a molécula acima, assinale a alternativa CORRETA:

- a) O carbono de número 1 faz uma ligação com nitrogênio.
- b) A molécula acima apresenta 1 carbono na sua cadeia principal.
- c) Essa molécula possui uma ramificação.
- d) A molécula acima apresenta três carbonos na sua cadeia principal.
- e) Essa molécula possui 3 grupos funcionais.

17) A qualidade de um combustível é caracterizada pelo grau de octanagem. Hidrocarbonetos de cadeia linear têm baixa octanagem e produzem combustíveis pobres. Já os alcanos ramificados são de melhor qualidade, uma vez que têm mais hidrogênios em carbonos primários e as ligações C-H requerem mais energia que ligações C-C para serem rompidas. Assim, a combustão dos hidrocarbonetos ramificados se torna mais difícil de ser iniciada, o que reduz os ruídos do motor. O isoctano é um alcano ramificado que foi definido como referência, e ao seu grau de octanagem foi atribuído o valor 100. A fórmula estrutural (forma de bastão) do isoctano é mostrada abaixo.



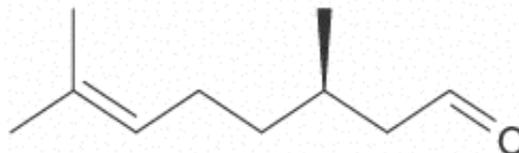
Isoctano

Quantos átomos de carbono possui na cadeia principal a molécula apresentada?

- a) 9
- b) 6
- c) 5
- d) 4
- e) 7

18) A citronela, uma planta do gênero *Cymbopogon*, tem eficiência comprovada como repelente de insetos, especialmente mosquitos, pernilongos e borrachudos. Sua essência contém "citronelal", que também é utilizada em perfumes, velas, incensos e aromaterapia. Tem um aroma agradável e não é nocivo à saúde humana.

Fórmula estrutural do citronelal



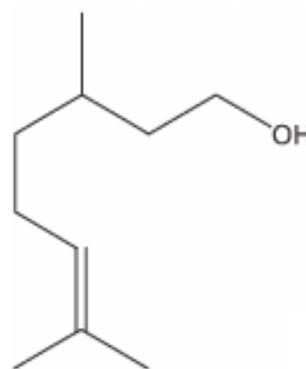
Planta de citronela



A insaturação da cadeia carbônica encontra-se entre os carbonos de número:

- a) 1 e 2
- b) 4 e 5
- c) 2 e 3
- d) 7 e 8
- e) 6 e 7

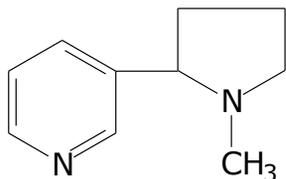
19) Observe o composto orgânico abaixo.



Quantos átomos de carbono possui na cadeia principal a molécula apresentada?

- a) 8
- b) 10
- c) 7
- d) 9
- e) 11

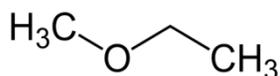
20) A nicotina, em mulheres grávidas fumantes, atravessam a barreira da placenta, alcançando o embrião e aumentando-lhe a frequência cardíaca, isto é, o "embrião fuma". Observe a estrutura da nicotina, representada abaixo.



Os carbonos secundários presentes nessa estrutura são em número de:

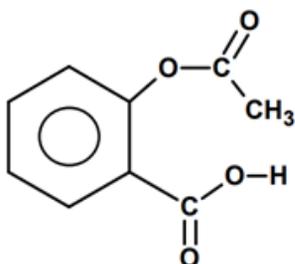
- a) 2
- b) 3
- c) 5
- d) 8
- e) 10

21) O número de átomos de carbonos secundários existentes na molécula do composto metoxi-etano, cuja estrutura encontra-se logo a seguir, é:



- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4

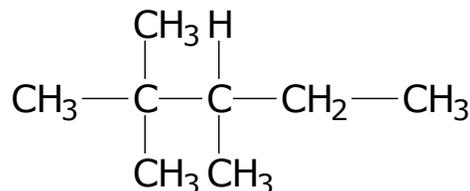
22) A síntese da aspirina (ácido acetil-salicílico) foi uma das maiores conquistas da indústria farmacêutica. Sua estrutura é:



Qual a quantidade de carbonos primários presentes na aspirina?

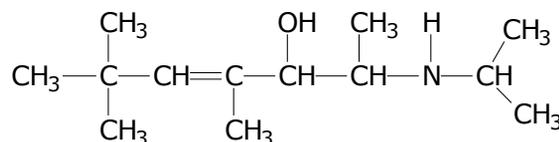
- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4

23) O composto orgânico, de fórmula plana, possui:



- a) 5 carbonos primários, 3 carbonos secundários, 1 carbono terciário e 2 carbonos quaternários.
- b) 3 carbonos primários, 3 carbonos secundários, 1 carbono terciário e 1 carbono quaternário.
- c) 5 carbonos primários, 1 carbono secundário, 1 carbono terciário e 1 carbono quaternário.
- d) 4 carbonos primários, 1 carbono secundário, 2 carbonos terciários e 1 carbono quaternário.

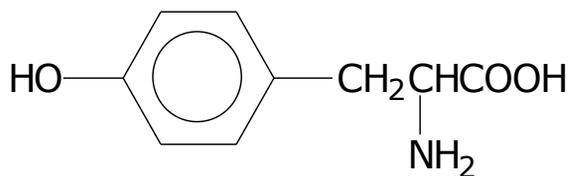
24) O composto de fórmula:



Apresenta quantos carbonos primários, secundários, terciários e quaternários, respectivamente?

- a) 5, 5, 2 e 1
- b) 5, 4, 3 e 1
- c) 7, 4, 1 e 1
- d) 6, 4, 1 e 2
- e) 7, 3, 1 e 2

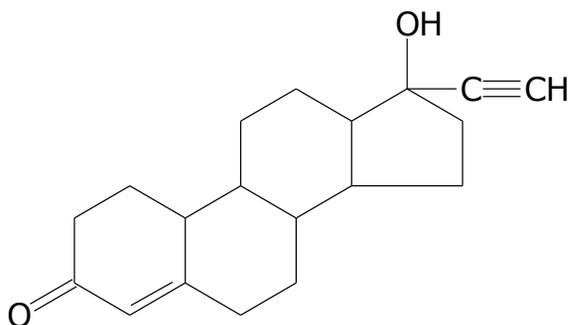
25) A tirosina, aminoácido sintetizado nos animais a partir da fenilamina, apresenta a seguinte estrutura:



Com relação à classificação dos átomos de carbono na estrutura da tirosina, assinale a alternativa que contém a quantidade correta de átomos de carbono primários, secundários, terciários e quaternários, nessa ordem.

- a) 1, 7, 1, 0
- b) 3, 5, 0, 1
- c) 2, 5, 2, 0
- d) 2, 3, 1, 3
- e) 4, 0, 1, 2

26) A maior parte das drogas nos anticoncepcionais de via oral é derivada da fórmula estrutural plana abaixo:



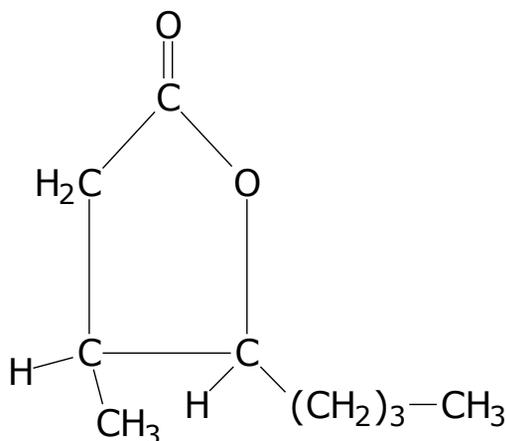
O número de carbonos terciários presentes nessa estrutura é:

- a) 5
- b) 6
- c) 7
- d) 8
- e) 9

27) O número de átomos de carbonos secundários presentes na estrutura do hidrocarboneto naftaleno é:

- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8
- e) 10

28) Analise as proposições acerca da estrutura a seguir:

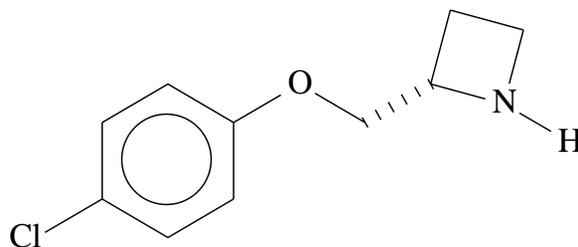


- I. Tem fórmula molecular $C_7H_{12}O$.
- II. Apresenta apenas dois átomos de carbono terciários.
- III. Não contém ligação pi (π).
- IV. É classificada como uma cadeia carbônica alicíclica, saturada e heterogênea.

Assinale a alternativa correta.

- a) Apenas a proposição I esta correta.
- b) Apenas as proposições II e III estão corretas.
- c) Apenas a proposição IV esta correta.
- d) Apenas as proposições I, II e III estão corretas.
- e) Todas as proposições estão corretas.

29) A molécula representada abaixo, desenvolvida recentemente, é um potente analgésico. Os números de átomos de hidrogênio e de carbono existentes nessa estrutura molecular são, respectivamente:



- a) 16 e 9
- b) 12 e 10
- c) 7 e 9
- d) 8 e 10
- e) 10 e 15



GABARITOS

1) C

2) C

3) D

4) A

5) B

6) C

7) C

8) A

9) D

10) A

11) B

12) A

13) E

14) C

15) B

16) D

17) C

18) E

19) A

20) C

21) A

22) D

23) C

24) C

25) A

26) C

27) D

28) C

29) B