



Fórmula da
Química

MÓDULO 8

FUNÇÕES OXIGENADAS

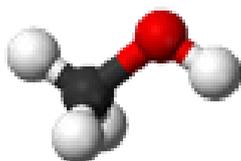
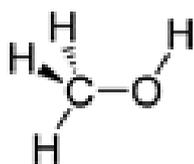
FUNÇÕES OXIGENADAS

Funções oxigenadas são compostos orgânicos que possuem, além de carbono e hidrogênio, átomos de oxigênio. As funções oxigenadas são classificadas em: álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e seus derivados diretos, como ésteres orgânicos e éteres.

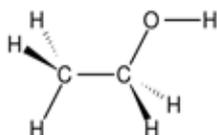
ÁLCOOIS

São substâncias moleculares que possuem o grupo funcional hidroxila ligado diretamente a um carbono saturado. Veja alguns exemplos das fórmulas estruturais e 3D das moléculas de álcoois:

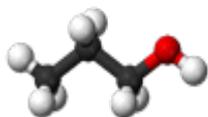
- METANOL OU ÁLCOOL METÍLICO - CH_3OH**



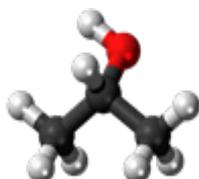
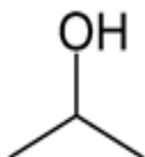
- ETANOL OU ÁLCOOL ETÍLICO**



- PROPAN-1-OL OU ÁLCOOL PROPÍLICO**



- PROPAN-2-OL OU ÁLCOOL ISOPROPÍLICO**

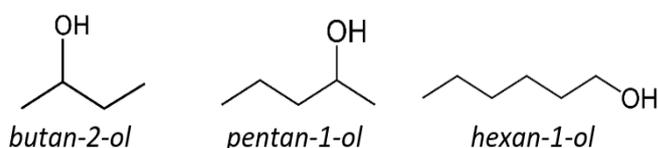


NOMENCLATURA E FORMULAÇÃO

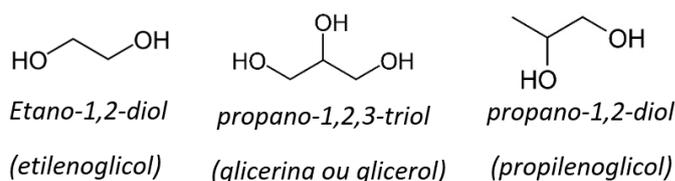
De acordo com as regras da IUPAC, o nome sistemático do álcool não ramificado segue a seguinte forma:

PREFIXO	+ INFIXO	+ TERMINAÇÃO
indica o número de átomos de carbono na cadeia carbônica principal	+ indica o tipo de ligação	(ol)

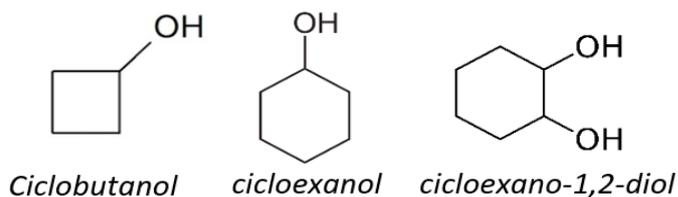
No caso de álcoois com 3 ou mais átomos de carbono na cadeia carbônica principal, é preciso indicar a posição da hidroxila, como mostrado nos exemplos abaixo:



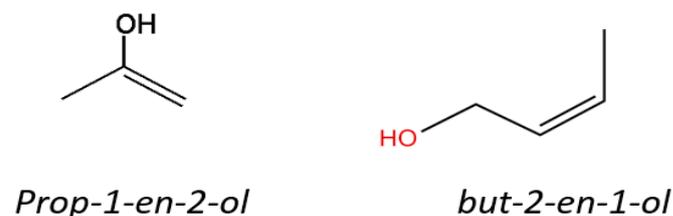
Quando a molécula do álcool possui mais de uma hidroxila, deve-se acrescentar di, tri, tetra, penta, hexa,..., antecendo a terminação ol, indicando o número de hidroxilas. Veja como é:



Quando o álcool possuir uma cadeia carbônica cíclica, a nomenclatura segue as mesmas regras da IUPAC para nomear os álcoois de cadeia aberta, apenas acrescentando o termo ciclo ao nome.

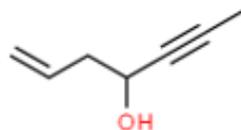
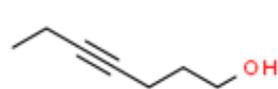
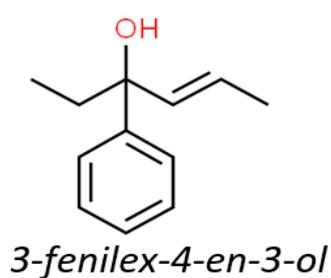
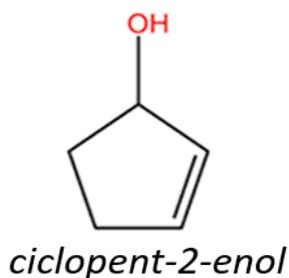
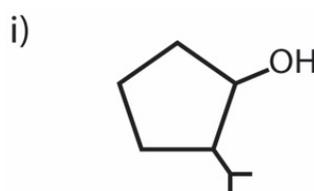
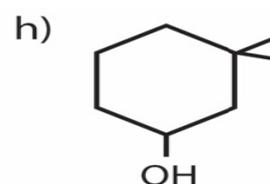
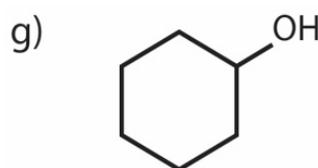
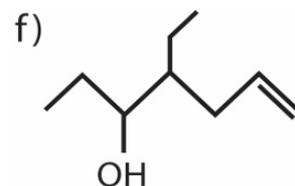
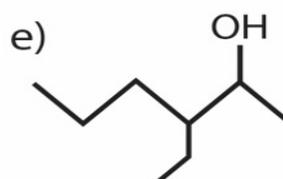
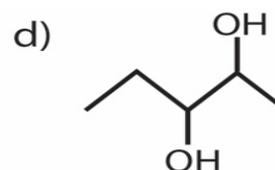
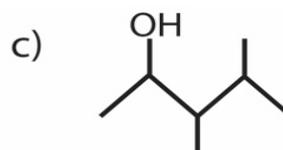
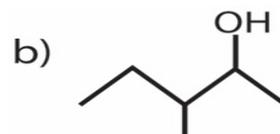


No caso de álcoois com a presença de insaturações na cadeia carbônica principal, a prioridade da numeração dos átomos de carbono é a partir da extremidade mais próxima da hidroxila.



EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

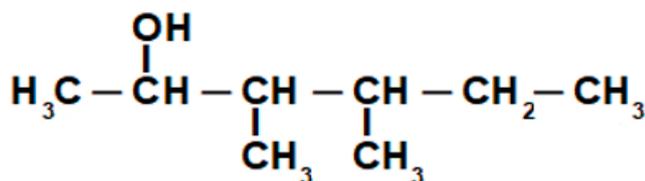
Nomeie os compostos orgânicos de acordo com as regras de nomenclatura da IUPAC:



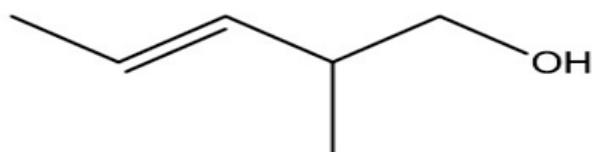
No caso dos álcoois ramificados, há preferência do grupo funciona, a hidroxila, em relação à ramificação para numerar os átomos de carbono da cadeia carbônica principal. E, se a cadeia principal apresentar insaturação, segue a ordem de preferência

Grupo funcional, Insaturação, Ramificação

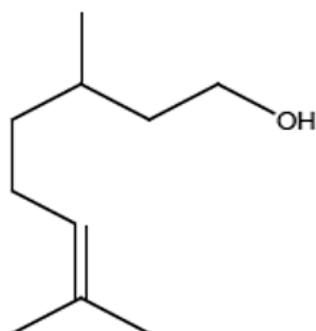
- VEJA ALGUNS EXEMPLOS:



3,4-dimetilhexan-2-ol



2-metilpent-3-en-1-ol

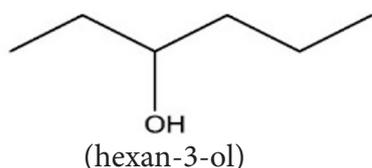


3,7-dimetiloct-6-en-1-ol

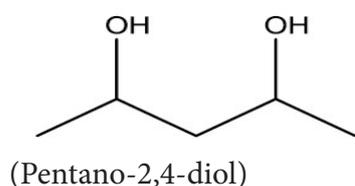
CLASSIFICAÇÃO DOS ÁLCOOIS

- **DE ACORDO COM A QUANTIDADE DE HIDROXILAS LIGADAS AOS ÁTOMOS DE CARBONO**

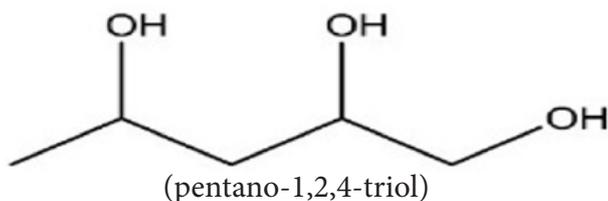
- Monoálcool: uma hidroxila ligada à cadeia carbônica.



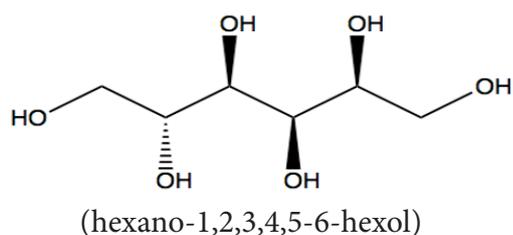
- Diálcool: duas hidroxilas ligadas à cadeia carbônica.



- Triálcool: com três hidroxilas ligadas à cadeia carbônica.

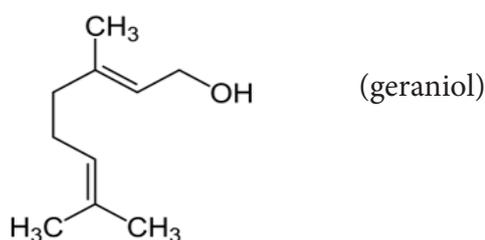


- Poliálcool: quatro ou mais hidroxilas ligadas à cadeia carbônica.

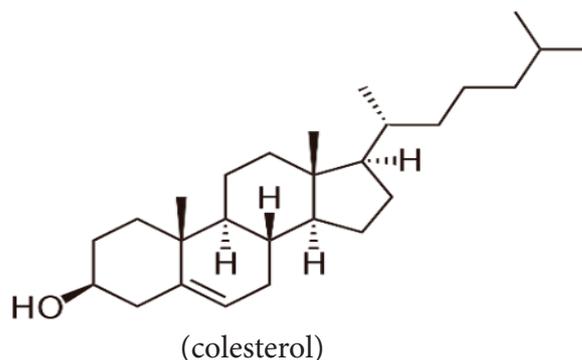


- **DE ACORDO COM O TIPO DE CARBONO AO QUAL A HIDROXILA SE ENCONTRA LIGADA**

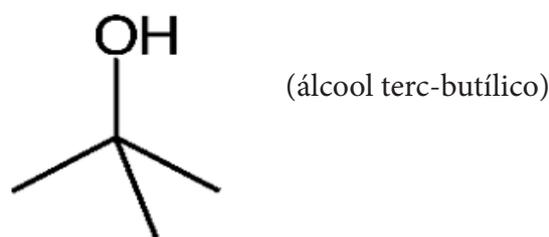
- Álcool primário: a hidroxila se liga a um carbono primário.



- Álcool secundário: a hidroxila se liga a um carbono secundário:



- Álcool terciário: a hidroxila se liga a um carbono terciário.

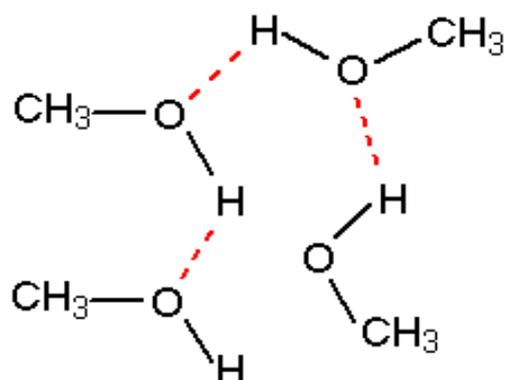


- **PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÁLCOOIS**

As moléculas dos álcoois são polares devido à presença do grupo hidroxila ligado a um carbono saturado. No entanto, a cadeia carbônica dos álcoois possui natureza apolar. Por isso, o aumento da cadeia carbônica dos álcoois, para o mesmo número de hidroxilas, implica em redução da polaridade molecular. Os álcoois mais polares possuem até quatro átomos de carbono.

As interações entre as moléculas dos álcoois são dos tipos forças dipolo instantâneo-dipolo induzido e ligações de hidrogênio. Quanto menor a cadeia carbônica do álcool, maior é a importância das ligações de hidrogênio para a atração de suas moléculas.

Observe a representação da formação de ligações de hidrogênio entre moléculas de metanol:

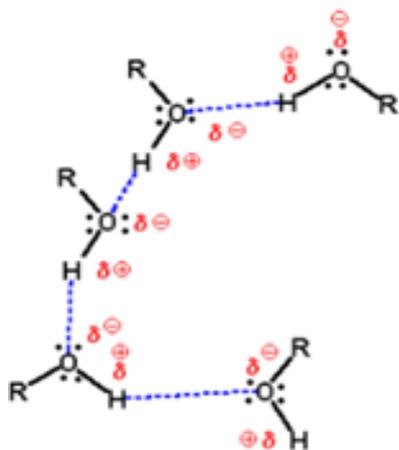


As propriedades físicas dos monoálcoois estão relacionadas com as interações químicas existentes entre suas moléculas. Seus pontos de fusão e de ebulição são, geralmente, maiores à medida que suas cadeias carbônicas são mais extensas. No entanto, monoálcoois com cadeias carbônicas maiores são menos polares e possuem menores solubilidades em água, mas são mais solúveis em solventes apolares.

Observe a tabela abaixo que apresenta propriedades de alguns monoálcoois:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição(°C)
Metanol	- 98,0	65,0
Etanol	- 114,0	78,0
Propan-1-ol	- 126,5	97,0
Propan-2-ol	-89,0	82,3
Butan-1-ol	-90,0	117,7
Butan-2-ol	- 114,0	97,5
Pentan-1-ol	-78	138
Hexan-1-ol	-46,7	158,0
Heptan-1-ol	- 34,6	175,8

A solubilidade dos álcoois em água resulta da polaridade de suas moléculas. Durante a dissolução dos álcoois em água ocorre formação de ligações de hidrogênio entre suas moléculas polares, como representado no desenho abaixo.



O aumento da cadeia carbônica implica diretamente na redução da solubilidade em água, como mostra a tabela abaixo:

Álcool	Solubilidade em água (gramas/ 100g de água)
Metanol	Infinita
Etanol	Infinita
Propan-1-ol	Infinita
Butan-1-ol	7,9
Pentan-1-ol	2,2
Hexan-1-ol	0,6

Assim, apenas álcoois com até 3 átomos de carbono se dissolvem em água em qualquer proporção, isto é, possuem dissolução infinita. Uma explicação para esse fato é que as moléculas dos álcoois metanol, etanol e propan-1-ol possuem cadeias carbônicas de natureza apolar menores e são, por isso, mais polares. Assim, podem estabelecer com moléculas polares de água ligações de hidrogênio de intensidades muito próximas em relação àquelas existentes entre moléculas de água, ocorrendo dissolução muito espontânea.

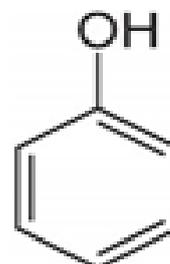
Contudo, para álcoois com cadeias carbônicas maiores, a solubilidade em água é muito restrita e diminui à medida que a cadeia carbônica aumenta devido à redução da polaridade de suas moléculas, bem como a diminuição da intensidade das ligações de hidrogênio álcool-água.

Os álcoois, exceto metanol, são muito solúveis em solventes apolares, ditos solventes orgânicos, por conta da formação de interações intermoleculares dipolo instantâneo-dipolo induzido ou forças de dispersão de London. Por exemplo, etanol é solúvel em gasolina que possui natureza apolar.

A gasolina comercializada em postos de combustíveis contém além de gasolina, etanol com teor em torno de 25 % em volume.

FENÓIS

São substâncias orgânicas formadas por moléculas que apresentam o grupo funcional hidroxila ligado diretamente ao anel aromático. O fenol mais simples, é conhecido com o nome de fenol ou ácido fênico:



O fenol é uma substância extremamente tóxica. Pode ser letal se ingerido, inalado ou absorvido pela pele. É muito corrosivo quando atua nas mucosas, causando irritação e queimaduras severas. Pode provocar doenças no sistema nervoso central, fígado e rins, além de possuir elevado potencial carcinogênico.

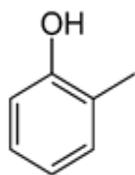
O fenol possui propriedades antissépticas devido à sua ação bactericida. Em 1870, foi utilizado pela primeira vez como antisséptico hospitalar no tratamento de feridas decorrentes de cirurgias, evitando muitas mortes provocadas por infecções durante o pós-operatório.

NOMENCLATURA E FORMULAÇÃO

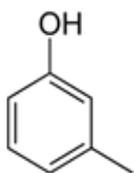
A nomenclatura dos fenóis considera que a cadeia aromática é a cadeia principal, cuja hidroxila deve ter a menor posição possível, tendo preferência em relação à ramificação ligada à cadeia aromática. A presença da hidroxila é indicada através do termo hidróxi. Quando mais de uma hidroxila estiver ligada ao anel benzênico, as terminações são dihidroxi, triidroxi, etc, conforme o número de hidroxilas fenólicas. O nome termina com o nome do hidrocarboneto aromático parental.

Outra nomenclatura considere os fenóis compostos derivados do fenol mais simples e recebem a terminação fenol.

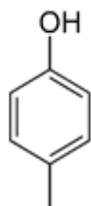
Veja os exemplos:



1-hidroxi-2-metilbenzeno ou
2-metilfenol ou
o-metilfenol ou
o-cresol

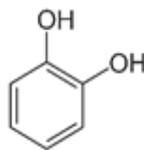


1-hidroxi-3-metilbenzeno
3-metilfenol ou
m-metilfenol ou
m-cresol

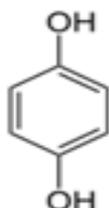


1-hidroxi-4-metilbenzeno ou
4-metilfenol ou
p-metilfenol ou
p-cresol

Os cresóis possuem propriedades desinfetantes sendo comercializados na forma de emulsão com sabões como creolina e lisol, utilizados em limpeza pesada.



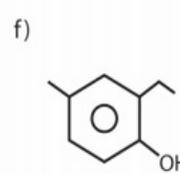
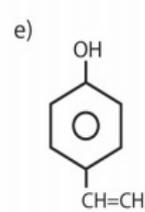
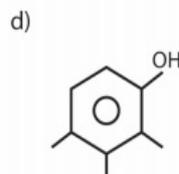
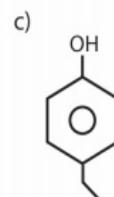
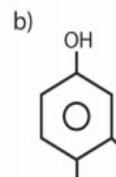
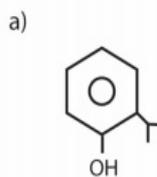
1,2-diidroxibenzeno ou
o-diidroxibenzeno ou
catecol



1,4-diidroxibenzeno ou
p-diidroxibenzeno ou
hidroquinona

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

Nomeie os compostos abaixo de acordo com as regras da IUPAC:



PROPRIEDADES FÍSICAS DOS FENÓIS

Quando se comparam os pontos de ebulição dos álcoois e dos fenóis com os pontos de ebulição dos hidrocarbonetos que apresentam aproximadamente o mesmo peso molecular, fica-se surpreso com o fato de que os álcoois e fenóis fervem a temperaturas muito mais altas. Pode-se notar este contraste examinando a tabela.

Composto	P.M (g/mol)	P.E °C (1 atm)
Metanol	32,04	65
Etano	30,07	-88,6
Etanol	46,07	78,5
Propano	44,09	-44,5
Fenol	94,11	182
Tolueno	92,13	110,6

A explicação para os contrastes apresentados reside no fato de que as moléculas dos fenóis possuem a hidroxila (-O-H) que favorece a formação de ligações de hidrogênio, como também ocorre entre moléculas dos álcoois, que contribuem para a formação de interações intermoleculares mais intensas em relação às interações dipolo instantâneo-dipolo induzido existentes entre as moléculas dos hidrocarbonetos.

OBTENÇÃO DOS FENÓIS

Os fenóis são obtidos a partir da destilação do alcatrão da hulha, um tipo de carvão mineral. São obtidas cinco frações, que permitem fornecer compostos aromáticos utilizados como matéria-prima para a produção de materiais como medicamentos, plásticos, tintas, produtos de limpeza, pavimentação de ruas. As frações são:

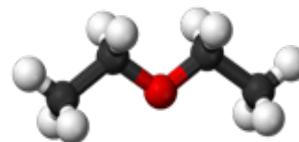
- Óleo leve (2%) - benzeno tolueno, xileno;
- Óleo médio (12%) - fenol, cresóis, etc.;
- Óleo pesado (10%) - Naftaleno e seus derivados;
- Óleo de antraceno (25%) - antraceno, fenantreno, carbazol, criseno, etc.
- Piche (51%) - Hidrocarbonetos de massa molar elevada.

ÉTERES

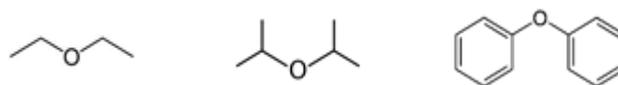
São compostos orgânicos formados por moléculas cujas cadeias carbônicas possuem o átomo de oxigênio como heteroátomo, ligado a dois átomos de carbono. O grupo funcional de um éter é denominado oxí (- O -). A estrutura geral do éter pode se representada assim:



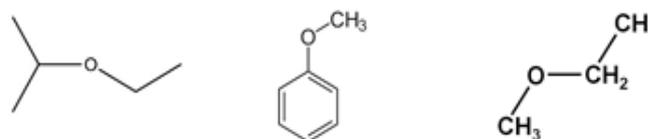
Observe a representação da molécula do éter etílico, muito utilizado como solvente de compostos orgânicos e conhecido como éter comum:



Quando R1 é igual a R2, o éter é classificado como simétrico. Veja alguns exemplos de éteres simétricos.



Quando os grupos orgânicos R1 e R2 são diferentes, o éter é classificado como assimétrico como os exemplos abaixo:

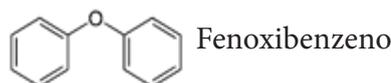
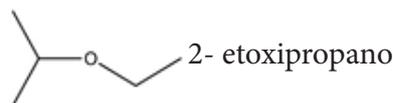


REGRAS DA IUPAC PARA NOMENCLATURA DOS ÉTERES

(Nome do radical menor + oxí) + (nome do hidrocarboneto referente ao radical maior)

Veja alguns exemplos:

CH₃ - O - CH₃ Metoximetano
 CH₃ - O - CH₂ - CH₃ Metoxietano
 CH₃ - CH₂ - O - CH₂ - CH₃ Etoxietano
 CH₃ - CH₂ - CH₂ - O - CH₃ Metoxipropano

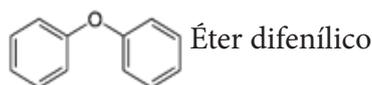
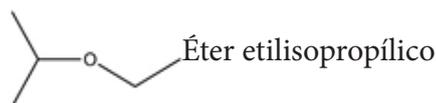


NOMENCLATURA USUAL DOS ÉTERES

Éter + nome do radical menor + nome do radical maior + terminação ilico.

Observe alguns exemplos:

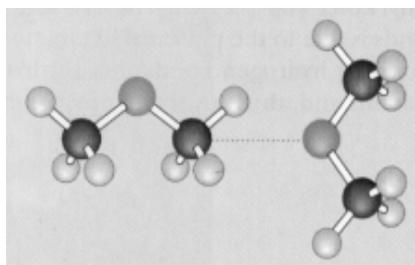
CH₃ – O – CH₃ Éter dimetílico
 CH₃ – O – CH₂ – CH₃ Éter metiletílico
 CH₃ – CH₂ – O – CH₂ – CH₃ Éter dietílico
 CH₃ – CH₂ – CH₂ – O – CH₃ Éter metilpropílico



PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉTERES

Os éteres são substâncias formadas por moléculas pouco polares. Suas interações intermoleculares são dos tipos dipolo instantâneo-dipolo induzido, e interações dipolo-dipolo fracas.

Observe no desenho abaixo a representação de duas moléculas do éter metoximetano e a formação de fracas interações dipolo-dipolo entre elas, envolvendo o polo negativo presente no heteroátomo de oxigênio de uma molécula e o polo positivo presente no átomo de carbono de outra molécula:



Composto	Massa molar (g/mol)	Ponto de ebulição (°C)
Metoxipentano	46	-25
Propano	44	-44,5
Etoxi-etano	74	34
Pentano	72	36
Metoximetano	108	158,3
Etilbenzeno	106	136

A proximidade dos pontos de ebulição dos éteres em relação aos hidrocarbonetos de massas molares muito próximas se deve ao fato que as interações dipolo-dipolo entre as moléculas dos éteres não contribuem significativamente para aproximá-las, devido a baixa intensidade das forças atrativas.

No entanto, quando se comparam éteres e álcoois com massas molares próximas, os éteres possuem pontos de ebulição menores, pois entre suas moléculas não há a formação de ligações de hidrogênio como nos álcoois. Nos éteres, os átomos de hidrogênio estão ligados aos átomos de carbono e não se encontram eletronicamente desprotegidos, o que impede a formação de ligações de hidrogênio intermoleculares.

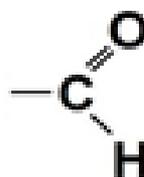
A tabela abaixo apresenta valores de temperaturas de ebulição de éteres e álcoois.

Composto	Massa molar (g/mol)	Ponto de ebulição (°C)
Metoximetano	46,0	- 24,0
Etanol	46,0	78,0
Metoxietano	60,0	7,4
Propan-1-ol	60,0	97,0

Em relação à solubilidade dos éteres, podemos dizer que aqueles com até quatro átomos de carbono são solúveis em água devido à formação de ligações de hidrogênio entre as moléculas do éter e da água. Já os éteres com cadeias carbônicas maiores são praticamente insolúveis em água, devido à baixa polaridade de suas moléculas. No entanto, os éteres são muito solúveis em solventes apolares como benzeno, tetracloreto de carbono e outros.

ALDEÍDOS

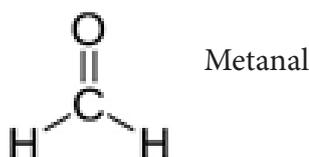
São compostos orgânicos oxigenados que possuem em suas moléculas o grupo funcional carbonila na extremidade da cadeia carbônica, isto é, em carbono primário. A carbonila do aldeído também é chamada de aldoxila. Observe sua fórmula estrutural:



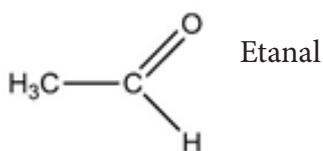
Carbonila aldeídica ou aldoxila

Os aldeídos de cadeias carbônicas mais curtas possuem odores muito irritantes, sobretudo os aldeídos líquidos. Mas, à medida que a cadeia carbônica aumenta, os odores diminuem.

O aldeído mais simples é o metanal, também conhecido como formadeído. Possui fórmula molecular CH_2O . É uma substância gasosa nas condições ambientes. Sua solução aquosa comercial é conhecida com o nome de formol. O formol tem diversas aplicações como produção de germicidas e inseticidas agrícolas, conservação de cadáveres e peças anatômicas, produção de explosivos e borrachas, entre outros.



O etanal ou acetaldeído é uma substância é o aldeído de fórmula química $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$. Ele é um líquido incolor, acre, que ferve aproximadamente à temperatura ambiente, é o produto metabólico primário do etanol na sua rota de conversão a ácido acético.

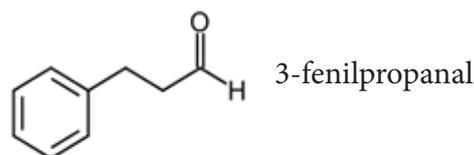
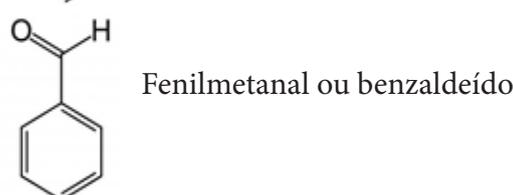
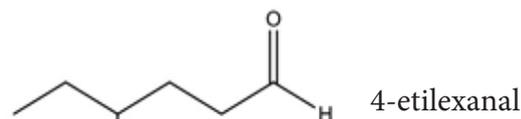
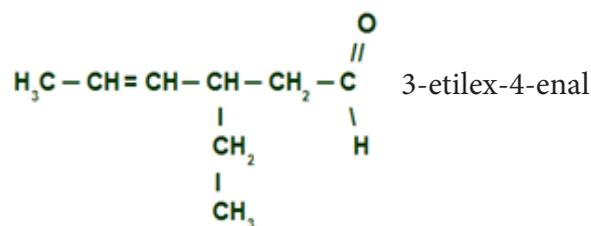
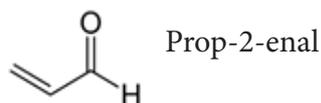
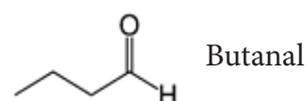
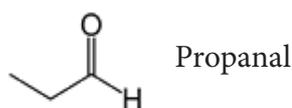


REGRAS DA IUPAC PARA NOMENCLATURA DOS ALDEÍDOS

Pelo sistema IUPAC, nomeiam-se os aldeídos alifáticos substituindo-se a terminação o do nome do alcano correspondente por al. Como o grupo aldeídico deve estar no final de uma cadeia de carbono, não há necessidade de se indicar a sua posição. Entretanto, quando outros substituintes estão presentes, considera-se que o grupo carbonila ocupe a posição 1.

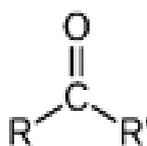
Prefixo + infixo + al

Veja alguns exemplos:

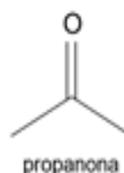


CETONAS

São compostos orgânicos oxigenados formados por moléculas que possuem o grupo funcional carbonila em carbono secundário, como representado a seguir:



A cetona mais simples é a propanona, muito conhecida como acetona, um solvente muito utilizado para esmaltes, tintas e vernizes. É um líquido incolor, volátil nas condições ambientes, inflamável e com odor característico. A acetona comercializada para remover esmaltes, na realidade é a mistura de propanona, etanol e água. Observe a fórmula estrutural da propanona:

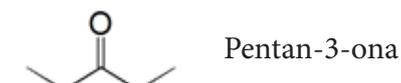


REGRAS DA IUPAC PARA NOMENCLATURA DAS CETONAS

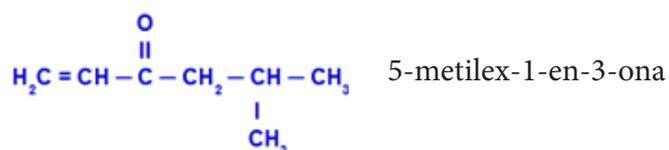
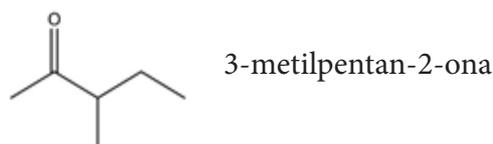
De acordo com a IUPAC, os nomes das cetonas são construídos da seguinte maneira:

Prefixo + infixo + ona

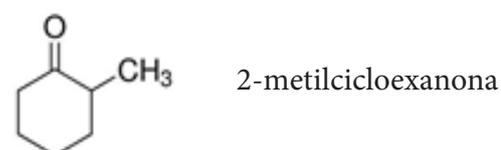
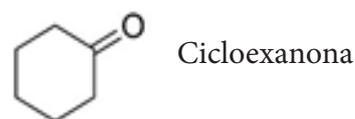
Para cetonas com 5 ou mais átomos de carbono, é preciso indicar a posição da carbonila. Veja:



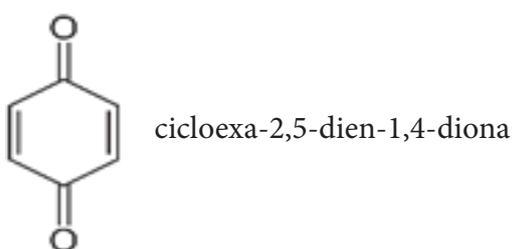
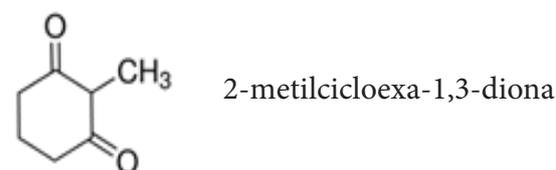
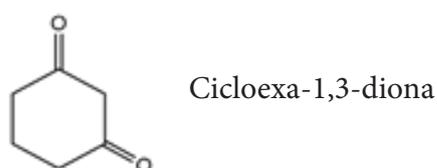
No caso de cetonas de cadeias carbônicas ramiificadas, a cadeia carbônica principal deve ser numerada a partir da extremidade mais próxima da carbonila, como nos exemplos abaixo:



Quando a cetona é cíclica e possui apenas uma carbonila não é preciso indicar sua posição, como nos exemplos a seguir:



Se a cetona cíclica possui mais de um grupo carbonila, é necessário indicar suas posições no ciclo.



PROPRIEDADES FÍSICAS DE ALDEÍDOS E CETONAS

O grupo carbonila é um grupo polar. Portanto, os aldeídos e as cetonas têm pontos de ebulição mais altos do que os dos hidrocarbonetos de mesmo peso molecular. Entretanto, como os aldeídos e as cetonas não podem formar ligações de hidrogênio intermoleculares, eles têm pontos de ebulição mais baixos do que os álcoois correspondentes. Observe essa comparação no quadro abaixo:

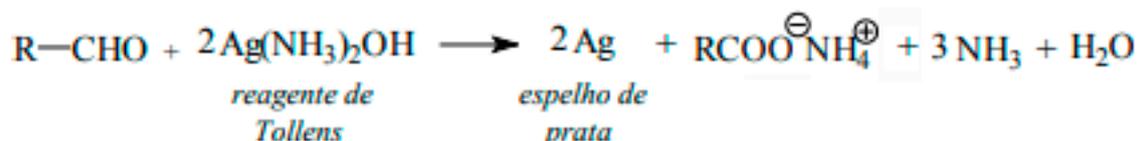
Substância	Ponto de ebulição (°C)
Propano	-44,5
Propanal	49
Propanona	56,2
Propanol	97,1

O oxigênio carbonílico permite que os aldeídos e as cetonas formem ligações de hidrogênio com água. Como resultado, os aldeídos e as cetonas de massas molares menores apresentam uma solubilidade apreciável em água. A acetona e o acetaldeído são solúveis em água em todas as proporções. Já aldeídos e cetonas com mais de cinco átomos de carbono são pouco solúveis em água e solúveis em solventes apolares.

TESTES QUÍMICOS PARA ALDEÍDOS E CETONAS

• TESTE DE TOLLENS

A facilidade com que os aldeídos são oxidados proporciona um teste útil para diferenciar os aldeídos da maioria das cetonas. No TESTE DE TOLLENS mistura-se o nitrato de prata aquoso com a amônia aquosa e se obtém uma solução conhecida como reagente de Tollens. O reagente contém o íon diaminprata, $(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2)^+$. Apesar deste íon ser um agente oxidante muito fraco, ele oxida o aldeído a íon carboxilato. Enquanto isto acontece, a prata é reduzida do estado de oxidação 1+ à prata metálica. Se a velocidade da reação é lenta e as paredes do frasco são limpas, a prata metálica se deposita nas paredes do tubo de ensaio como um espelho. Se não, ela se deposita como um precipitado de cor cinza a preto. O reagente de Tollens dá um resultado negativo com todas as cetonas.



• TESTE DE FEHLING OU BENEDICT

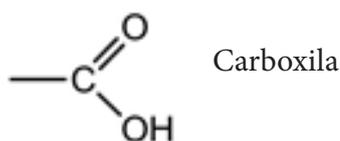
Os reagentes de Fehling e de Benedict são usados para promover a oxidação seletiva dos aldeídos, especialmente em carboidratos. Estes reagentes contêm o íon cúprico (Cu^{+2}) em solução básica, complexado com o ânion do ácido tartárico (Fehling) ou do ácido cítrico (Benedict). Ao oxidar-se o aldeído para formar um ácido carboxílico, o complexo azul de Cu^{+2} é reduzido a íon cuproso (Cu^+), que na solução básica, forma um precipitado marrom avermelhado de Cu_2O .



A D-glicose e outros carboidratos que são oxidados por oxidantes fracos, como reagente de Tollens (Ag^+), Fehling ou Benedict (Cu^{+2}), são chamados redutores (porque reduzem estes reagentes). O reagente de Fehling é usado como um teste qualitativo para a presença de glicose na urina, uma indicação de diabetes ou disfunção renal.

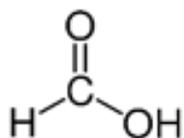
ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

São compostos orgânicos oxigenados formados por moléculas que possuem o grupo funcional carboxila:



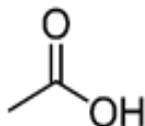
ÁCIDOS CARBOXÍLICOS IMPORTANTES

O ácido carboxílico mais simples é o ácido metanoico, também conhecido como ácido fórmico, cuja fórmula estrutural é apresentada abaixo:



O ácido fórmico recebe esse nome pois a sua primeira obtenção foi por meio da destilação de formigas vermelhas (do latim formica = formiga), que injetam esse ácido carboxílico por meio de sua picada, causando uma dor intensa, inchaço e coceira.

O ácido carboxílico mais comum é o ácido etanoico, conhecido como ácido acético, presente no vinagre:



Os ácidos carboxílicos são muito importantes do ponto de vista bioquímico. Muitas biomoléculas possuem a carboxila como grupo funcional. Veja alguns exemplos:

	Raiz	Origem	Nome IUPAC	Fórmula estrutural
acético	Latin: acetum (vinagre)	encontrado no vinagre	ácido etanoico	
adípico	Latin: adeps (gordura)	formada quando as gorduras insaturadas são oxidadas	ácido hexanodióico	
butírico	Latin: butyrum (manteiga)	é encontrado na manteiga estragada	ácido butanoico	
capróico	Latin: caper (caprinos)	encontrado no leite de caprinos, e têm um odor semelhante ao das cabras	ácido hexanoico	
esteárico	Grego: stear (sebo)	presente nos triacilgliceróis do sebo (gordura animal)	ácido octadecanoico	

REGRAS DA IUPAC PARA NOMENCLATURA DAS ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

A nomenclatura para ácidos carboxílicos tem como característica iniciar com o termo ácido e terminar com o sufixo -oico.

Prefixo + infixo + oico

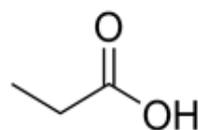
As regras são:

. Numerar os carbonos da cadeia principal, iniciando a contagem pela extremidade em que se encontra a carboxila (-COOH). O prefixo da nomenclatura será dado de acordo com o número de carbonos da cadeia principal.

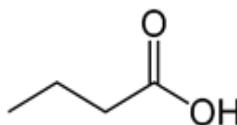
. Nomear e localizar ramificações: prefixo (número de carbonos) + terminação (-il ou -ila). Se houver mais de uma ramificação na cadeia, elas devem ser posicionadas na nomenclatura por ordem alfabética.

. Verificar a existência de insaturações na cadeia. Observação: Os prefixos di-, tri- ou penta- são usados para expressar a presença de dois, três ou quatro grupos da mesma espécie. Exemplo: ácido dioico presença de dois grupos carboxilas.

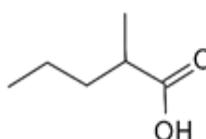
Observe alguns exemplos:



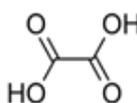
Ácido propanoico



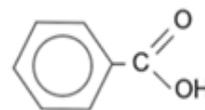
Ácido butanoico



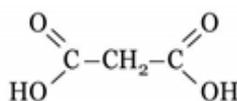
Ácido 2-metilpentanoico



Ácido etanodioico



Ácido benzoico



Ácido propanodioico

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Os ácidos carboxílicos são substâncias polares. Suas moléculas podem formar ligações de hidrogênio entre si e com a água. Como resultado, os ácidos carboxílicos geralmente têm pontos de ebulição mais altos em relação aos outros compostos oxigenados como álcoois, aldeídos e cetonas de massas molares próximas.

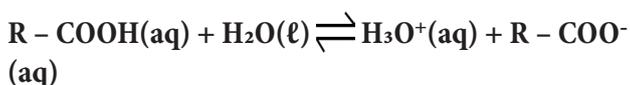
Os ácidos carboxílicos podem ser sólidos ou líquidos nas condições ambientes. Aqueles com até 4 átomos de carbono são muito solúveis em água, mas à medida que a cadeia carbônica aumenta, a solubilidade em água diminui.

A tabela a seguir mostra propriedades físicas de alguns ácidos carboxílicos:

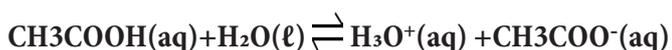
Nome IUPAC	Nome usual	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)	Sol em água (g/100g H ₂ O) 25°C
Ácido metanóico	Ácido fórmico	8	100,5	Infinita
Ácido etanóico	Ácido acético	16,6	118	Infinita
Ácido propanóico	Ácido propiônico	-1	141	Infinita
Ácido butanóico	Ácido butírico	-6	164	Infinita
Ácido pentanóico	Ácido valérico	-34	187	4,97
Ácido hexanóico	Ácido capríco	-3	205	1,08

ACIDEZ DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Os ácidos carboxílicos são ácidos fracos e se comportam como ácidos de Bronsted-Lowry na presença de água conforme representa o equilíbrio da reação que ocorre na solução aquosa desses ácidos



Como a ionização das moléculas dos ácidos carboxílicos é pouco espontânea, tende ao estado de equilíbrio iônico com a predominância na solução de moléculas não ionizadas. Imagine um vinagre que é uma solução aquosa de ácido acético. É preciso admitir que na solução há a presença de pequena concentração de íons acetato e hidrônio, sendo que o ácido se encontra em sua maior parte na forma molecular. Observe a equação da dissociação molécula do ácido acético (ácido etanoico) em água:



O aumento da cadeia carbônica diminui a força ácida dos ácidos carboxílicos porque diminuem a polaridade molecular e a tendência para a ionização. A sequência abaixo mostra a ordem decrescente da força ácida de alguns compostos:

Ácido metanoico > ácido etanoico > ácido propanoico > ácido butanoico > ácido pentanoico.

A tendência para a desprotonação das moléculas dos ácidos carboxílicos pode ser aumentada pela introdução de átomos muito eletronegativos como flúor, cloro, bromo, entre outros, porque a polaridade da molécula aumenta o grau de ionização. Quanto mais eletroatraente for o grupo introduzido na molécula, mais aumenta a força ácida.

Considere os ácidos acético, cloroacético, dicloroacético e tricloroacético e suas constantes de ionização (K_a). Quanto maior o valor de K_a , mais forte é o ácido.

	Ácido	Fórmula	K_a
I.	Ácido etanóico	CH_3COOH	$1,7 \cdot 10^{-5}$
II.	Ácido monoclora- acético	CH_2ClCOOH	$1,3 \cdot 10^{-3}$
III.	Ácido dicloroacético	CHCl_2COOH	$5,0 \cdot 10^{-2}$
IV.	Ácido tricloroacético	CCl_3COOH	$2,3 \cdot 10^{-1}$

Quanto mais átomos de cloro presentes na molécula do ácido carboxílico, com igual número de átomos de carbono, maior é a polarização da ligação covalente O – H, tornando o átomo de hidrogênio eletronicamente mais desprotegido e mais suscetível à saída da molécula do ácido.

A acidez dos ácidos carboxílicos é suficiente para que possam neutralizar soluções aquosas de bases fracas, como a amônia, e bases fortes, como hidróxido de sódio, e sais de caráter básico, como bicarbonato de sódio.

Os ácidos carboxílicos são geralmente ácidos mais fortes que os fenóis, pois a carboxila é um grupo mais polar que a hidroxila fenólica.

ÉSTERES

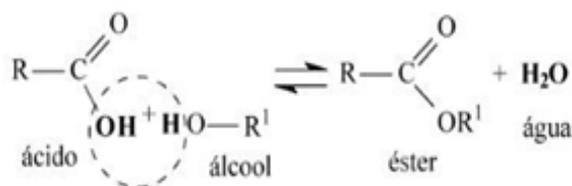
São compostos orgânicos oxigenados, derivados dos ácidos carboxílicos, formados por moléculas que possuem o grupo funcional carboxi, representado através da fórmula estrutural abaixo:

Os ésteres são muito utilizados como substâncias flavorizantes utilizadas na produção de alimentos e fármacos. Veja alguns exemplos:

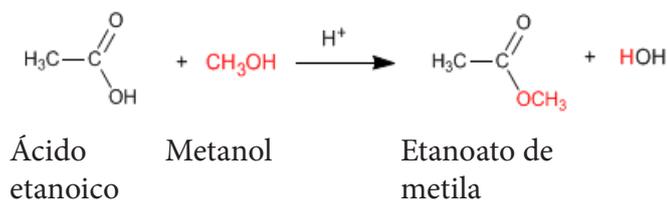
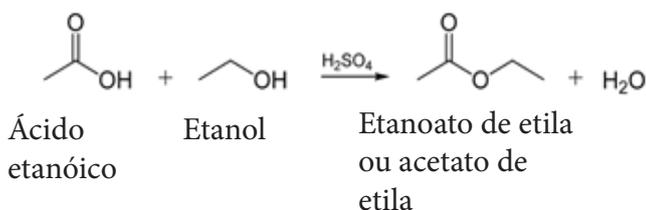
Nome	Fórmula estrutural	Aroma
Etanoato de etila		Maçã
Etanoato de octila		Laranja
Butanoato de etila		Abacaxi
Etanoato de 3-metil-butila		Banana

REAÇÕES DE ESTERIFICAÇÃO

Os ésteres são produzidos nas reações entre ácidos carboxílicos e álcoois, denominadas reações de esterificação, como representado através da equação a seguir:



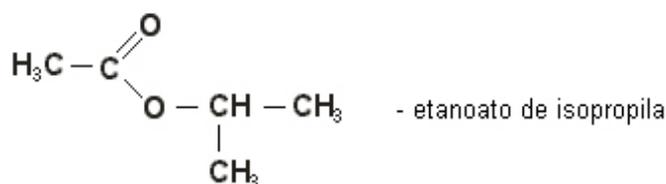
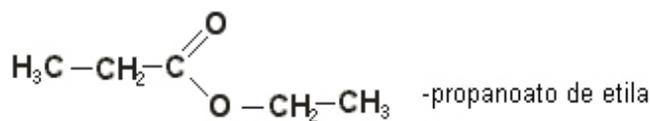
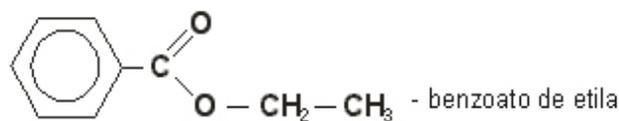
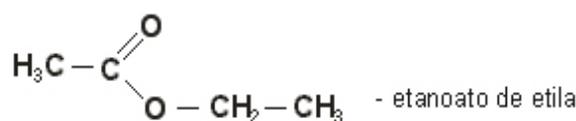
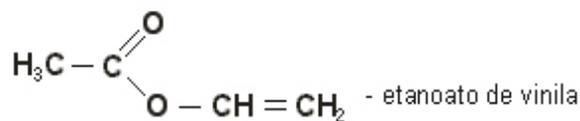
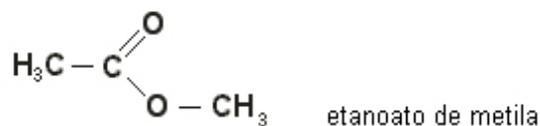
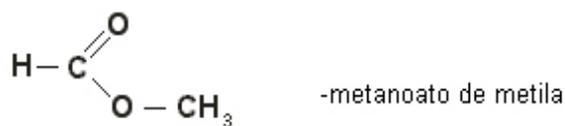
Observe a reação entre ácido etanoico e etanol, praticamente puros, catalisada por ácido sulfúrico, com formação de acetato de etila e água:



REGRAS DA IUPAC PARA NOMENCLATURA DOS ÉSTERES

O nome de um éter é construído da seguinte forma:

Nome do ácido carboxílico de origem sem a terminação oico + terminação oato + nome do radical orgânico ligado ao oxigênio + terminação ila.



PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉSTERES

Os ésteres são compostos polares, mas não podem formar ligações de hidrogênio fortes entre si. Suas interações intermoleculares são forças dipolo instantâneo-dipolo induzido e dipolo-dipolo. Como resultado, os ésteres têm pontos de ebulição que são mais baixos do que os dos ácidos e álcoois de peso molecular comparável. Os seus pontos de ebulição são aproximadamente os mesmos daqueles dos aldeídos e cetonas comparáveis. Eles apresentam menores solubilidades em água do que os ácidos e os álcoois. Os ésteres geralmente têm cheiro agradável, em oposição aos dos ácidos de baixo peso molecular. Os odores de alguns ésteres se assemelham aos das frutas e, por isso, estes ésteres são usados na fabricação de aromatizantes sintéticos.

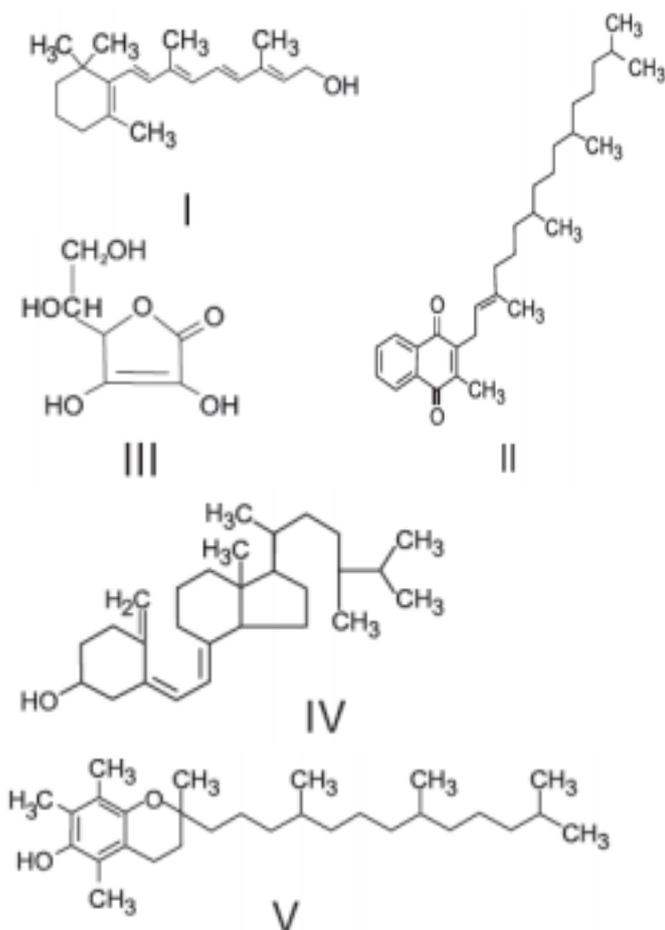


QUESTÕES DE REVISÃO



01. (ENEM – 2012)

O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



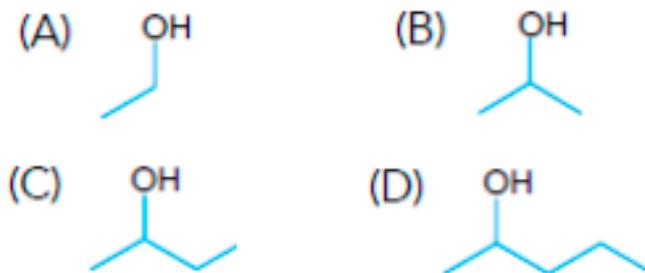
Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.
- E) V.

02. (UERJ - 2016)

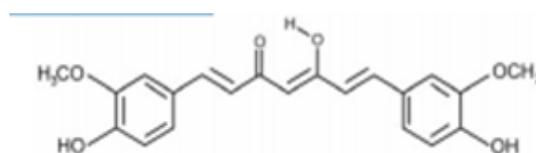
Em um experimento, foi analisado o efeito do número de átomos de carbono sobre a solubilidade de alcoóis em água, bem como sobre a quiralidade das moléculas desses alcoóis. Todas as moléculas de alcoóis testadas tinham número de átomos de carbono variando de 2 a 5, e cadeias carbônicas abertas e não ramificadas.

Dentre os alcoóis utilizados contendo um centro quiral, aquele de maior solubilidade em água possui fórmula estrutural correspondente



03. (ENEM-2010)

A curcumina, substância encontrada no pó amarelo-alaranjado extraído da raiz da cúrcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Parkinson e o de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.



ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. Pesquisa FAPESP. São Paulo, n. 168, fev. 2010 (adaptado).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções.

- A) éter e álcool.
- B) éter e fenol.
- C) éster e fenol.
- D) aldeído e enol.
- E) aldeído e éster.

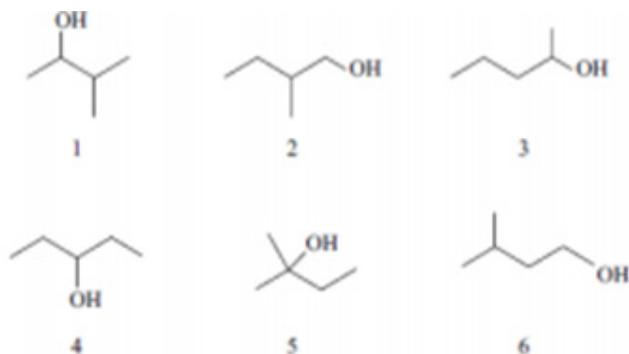


QUESTÕES DE REVISÃO



04. (UNESP – 2013)

As fórmulas apresentadas a seguir, numeradas de 1 a 6, correspondem a substâncias de mesma fórmula molecular



Determine a fórmula molecular dessas substâncias e escreva a fórmula estrutural completa do álcool primário que apresenta carbono assimétrico (quiral).

05. (FUVEST - 2012)

Considere os seguintes compostos isoméricos: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$, butanol e éter dietílico. Certas propriedades de cada uma dessas substâncias dependem das interações entre as moléculas que a compõem (como, por exemplo, as ligações de hidrogênio). Assim, pode-se concluir que,

- A) a uma mesma pressão, o éter dietílico sólido funde a uma temperatura mais alta do que o butanol sólido.
- B) a uma mesma temperatura, a viscosidade do éter dietílico líquido é maior do que a do butanol líquido.
- C) a uma mesma pressão, o butanol líquido entra em ebulição a uma temperatura mais alta do que o éter dietílico líquido.
- D) a uma mesma pressão, massas iguais de butanol e éter dietílico liberam, na combustão, a mesma quantidade de calor.
- E) nas mesmas condições, o processo de evaporação do butanol líquido é mais rápido do que o do éter dietílico líquido.

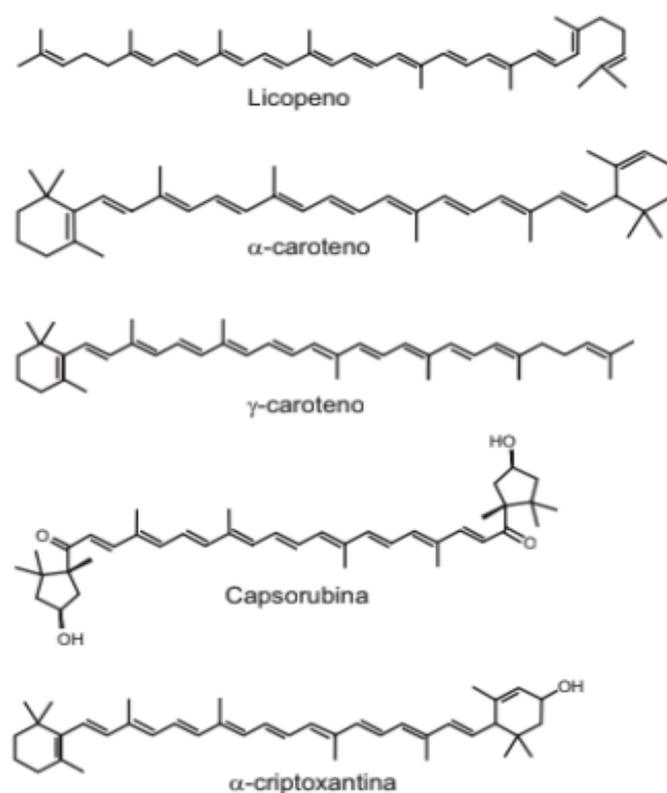
06. (FCMMG- 2010)

Em relação ao fenol, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, uma substância usada como antisséptico, a afirmativa ERRADA é

- A) A sua solubilidade em água é dificultada pelo grupo $-\text{C}_6\text{H}_5$ grande e hidrofóbico.
- B) A sua solubilidade em água se deve à formação de ligações de hidrogênio.
- C) A sua temperatura de ebulição é menor do que a do benzeno.
- D) A sua acidez deve ser atribuída ao grupo $-\text{OH}$.

07. (ENEM-2017)

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente. Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas





QUESTÕES DE REVISÃO

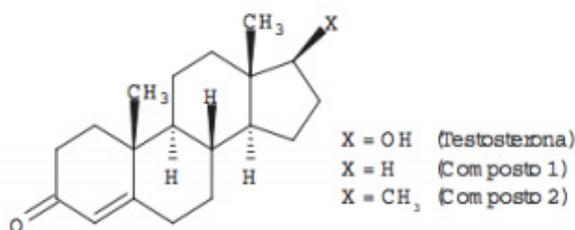


A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

- A) licopeno.
- B) α -caroteno.
- C) γ -caroteno.
- D) capsorubina.
- E) α -criptoxantina.

08. (ENEM 2016)

A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de partição.

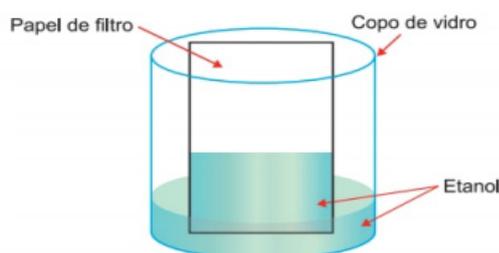


Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

- A) menor e menor que a lipofilia da testosterona.
- B) menor e maior que a lipofilia da testosterona.
- C) maior e menor que a lipofilia da testosterona.
- D) maior e maior que a lipofilia da testosterona.
- E) menor e igual que a lipofilia da testosterona.

09. (ENEM 2019)

Um experimento simples, que pode ser realizado com materiais encontrados em casa, é realizado da seguinte forma: adiciona-se um volume de etanol em um copo de vidro e, em seguida, uma folha de papel. Com o passar do tempo, observa-se um comportamento peculiar: o etanol se desloca sobre a superfície do papel, superando a gravidade que o atrai no sentido oposto, como mostra a imagem. Para parte dos estudantes, isso ocorre por causa da absorção do líquido pelo papel.

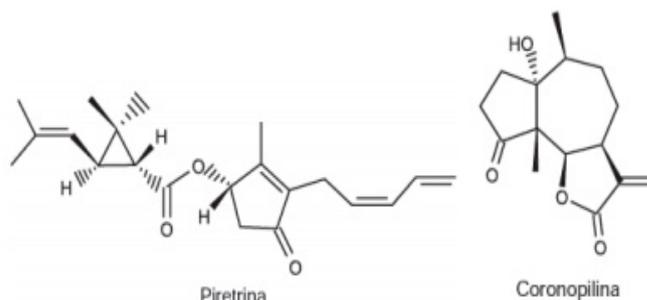


Do ponto de vista científico, o que explica o movimento do líquido é a

- A) evaporação do líquido.
- B) diferença de densidades.
- C) reação química com o papel.
- D) capilaridade nos poros do papel.
- E) resistência ao escoamento do líquido.

10. (ENEM - 2012)

A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e a coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

- A) Éter e éster.
- B) Cetona e éster.
- C) Álcool e cetona.
- D) Aldeído e cetona.
- E) Éter e ácido carboxílico.

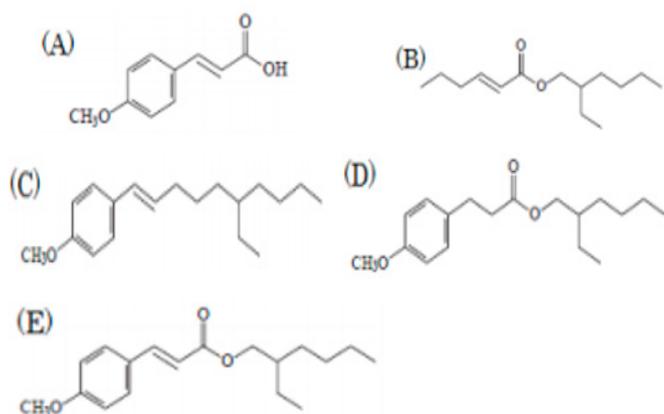


QUESTÕES DE REVISÃO



11. (ENEM - 2009)

O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água. De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



12. (UFTM - 2010)

Glutaraldeído (pentano-1,5-dial) é um potente microbiocida utilizado em hospitais, que tem ação sobre grande variedade de micro-organismos. Um dos compostos isômeros do glutaraldeído é a dicetona, denominada pentano-2,4-diona.

A) Escreva as fórmulas estruturais do glutaraldeído, da pentano-2,4-diona e as fórmulas estruturais de mais dois isômeros possíveis.

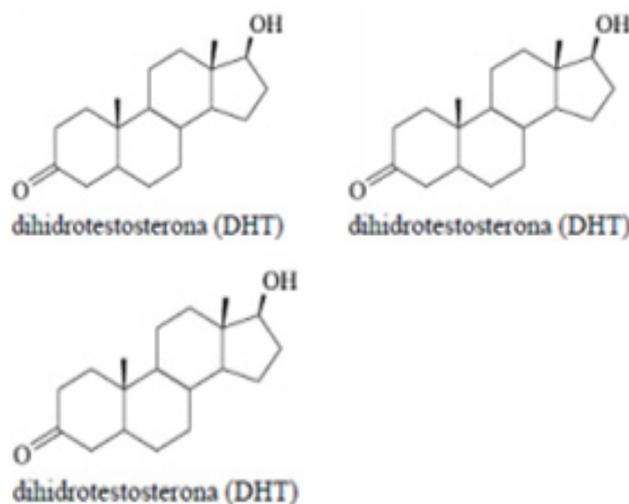
B) Uma das formas de diferenciar quimicamente aldeídos de cetonas é pela reação com íons Cu^{2+} em meio alcalino. Essa reação ocorre com aldeídos, mas não com cetonas:



Baseando-se nas informações dadas, escreva a equação balanceada dessa reação, quando o reagente é o glutaraldeído.

13. (UNESP - 2011)

Homens que começam a perder cabelo na faixa dos 20 anos podem ter maior risco de câncer de próstata no futuro. A finasterida – medicamento usado no tratamento da calvície – bloqueia a conversão da testosterona em um androgênio chamado dihidrotestosterona (DHT), que se estima estar envolvido na queda de cabelos. O medicamento também é usado para tratar câncer de próstata. (www.agencia.fapesp.br. Adaptado.)



Sobre a DHT, cuja fórmula está representada, é correto afirmar que:

A) é um hidrocarboneto aromático de fórmula molecular $\text{C}_{19}\text{H}_{30}\text{O}_2$.

B) é insolúvel em água e tem fórmula molecular $\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{O}_2$.

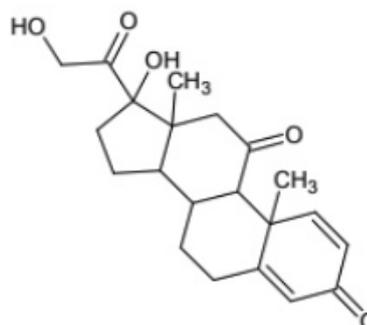
C) apresenta as funções fenol e cetona e fórmula molecular $\text{C}_{19}\text{H}_{30}\text{O}_2$.

D) é apolar e apresenta fórmula molecular $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{O}_2$.

E) apresenta as funções álcool e cetona e fórmula molecular $\text{C}_{19}\text{H}_{30}\text{O}_2$.

14. (PUC MINAS - 2016)

A Prednisona é um anti-inflamatório indicado para o tratamento de doenças endócrinas, respiratórias, dentre outras. Sua estrutura está representada





QUESTÕES DE REVISÃO

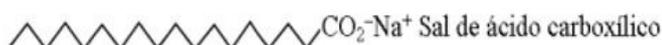


É uma função orgânica presente na estrutura da Prednisona:

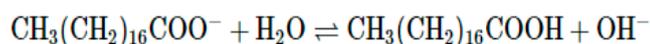
- A) Éster.
- B) Aldeído.
- C) Cetona.
- D) Fenol.

15. (ENEM 2009)

Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita. Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- A) mais eficiente em pH básico.
- B) mais eficiente em pH ácido.
- C) mais eficiente em pH neutro.
- D) eficiente em qualquer faixa de pH.
- E) mais eficiente em pH ácido ou neutro.

16. (FUVEST - 2014)

A tabela a seguir contém dados sobre alguns ácidos carboxílicos:

Nome	Fórmula	Ponto de ebulição a 1 atm (°C)	Densidade a 20 °C (g/mL)
Ácido etanoico	$\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$	118	1,04
Ácido n-butanoico	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$	164	0,96
Ácido n-pentanoico	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_3\text{CO}_2\text{H}$	186	0,94
Ácido n-hexanoico	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$	205	0,93

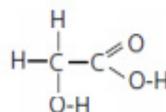
Assinale a alternativa que apresenta uma afirmação coerente com as informações fornecidas na tabela.

- A) A 20°C, 1 mL de ácido etanoico tem massa maior do que 1 mL de ácido n-pentanoico.
- B) O ácido propanoico ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CO}_2\text{H}$) deve ter ponto de ebulição (a 1 atm) acima de 200°C.
- C) O acréscimo de um grupo $-\text{CH}_2-$ à cadeia carbônica provoca o aumento da densidade dos ácidos carboxílicos.
- D) O aumento da massa molar dos ácidos carboxílicos facilita a passagem de suas moléculas do estado líquido para o gasoso.
- E) O ácido n-butanóico deve ter pressão de vapor menor que o ácido n-hexanoico, a uma mesma temperatura.

17. (UNICAMP - 2010)

Com a finalidade de manter uma imagem jovem, muitas pessoas procuram eliminar as rugas do rosto utilizando a quimioesfoliação (peeling químico), um processo que envolve algum risco à saúde. A quimioesfoliação consiste na aplicação de um ou mais agentes à pele, visando promover a esfoliação cutânea, o que leva à renovação celular e à eliminação das rugas. Dois tipos de peeling podem ser realizados: o superficial ou médio e o profundo.

- A) Para um peeling superficial ou médio, costuma-se usar uma solução da substância indicada



- B) Para um peeling químico profundo, pode-se usar uma microemulsão denominada solução de Baker-Gordon, que contém a substância cuja fórmula estrutural está representada abaixo.



Do ponto de vista da representação química, o hexágono com o círculo representa as possíveis estruturas ressonantes da cadeia carbônica. Desenhe essas possíveis estruturas ressonantes para a cadeia e escreva a fórmula molecular da substância.

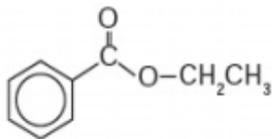


QUESTÕES DE REVISÃO



18. (ENEM - 2012)

A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$, cuja estrutura está mostrada a seguir.



O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- A) ácido benzoico e etanol.
- B) ácido propanoico e hexanol.
- C) ácido fenilacético e metanol.
- D) ácido propiônico e cicloexanol.
- E) ácido acético e álcool benzílico.

19. (ENEM - 2014)

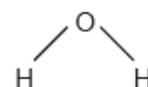
A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos. SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords). Química e sociedade São Paulo. Nova geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é

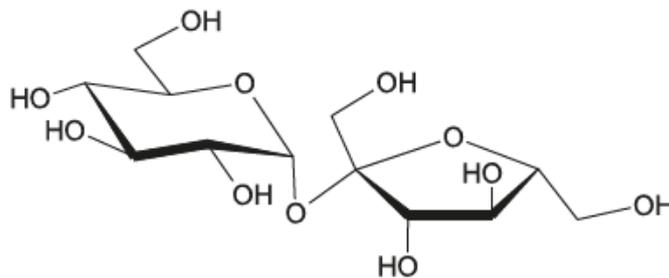
- A) $C_{18}H_{36}$.
- B) $C_{17}H_{33}COONa$.
- C) CH_3CH_2COONa .
- D) $CH_3CH_2CH_2COOH$.
- E) $CH_3CH_2CH_2CH_2OCHCH_2CH_2CH_3$

20. (ENEM-2020)

Um princípio importante na dissolução de solutos é que semelhante dissolve semelhante. Isso explica, por exemplo, o açúcar se dissolver em grandes quantidades na água, ao passo que o óleo não se dissolve.



Água



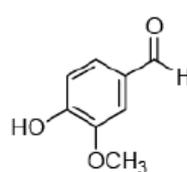
Açúcar

A dissolução na água, do soluto apresentado, ocorre predominantemente por meio da formação de

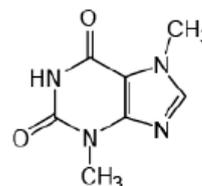
- A) ligações iônicas.
- B) ligações covalentes.
- C) interações íon-dipolo.
- D) ligações de hidrogênio.
- E) interações hidrofóbicas.

21. (ENEM-2020)

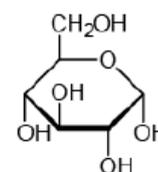
A composição de um dos refrigerantes mais ácidos mundialmente consumido é mantida em segredo pelos seus produtores. Existe uma grande especulação em torno da "fórmula" dessa bebida, a qual envolve algumas das seguintes substâncias:



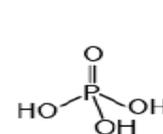
I



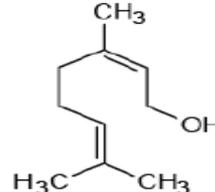
II



III



IV



V

A substância presente nesse refrigerante, responsável pelo seu acentuado caráter ácido, é a

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.
- E) V.