

INTRODUÇÃO

Ao longo dos módulos anteriores, foi possível perceber que os compostos orgânicos podem ser organizados em grupos, de acordo com a sua estrutura molecular e propriedades, o que facilita o estudo destas substâncias. Além disso, foram estudadas a classificação, a nomenclatura e as aplicações dos hidrocarbonetos, bem como dos principais compostos orgânicos oxigenados.

Neste material, serão abordadas as principais funções orgânicas nitrogenadas. Posteriormente, serão feitas discussões com relação às propriedades dos compostos orgânicos, tendo em vista que os principais grupos funcionais já serão conhecidos.

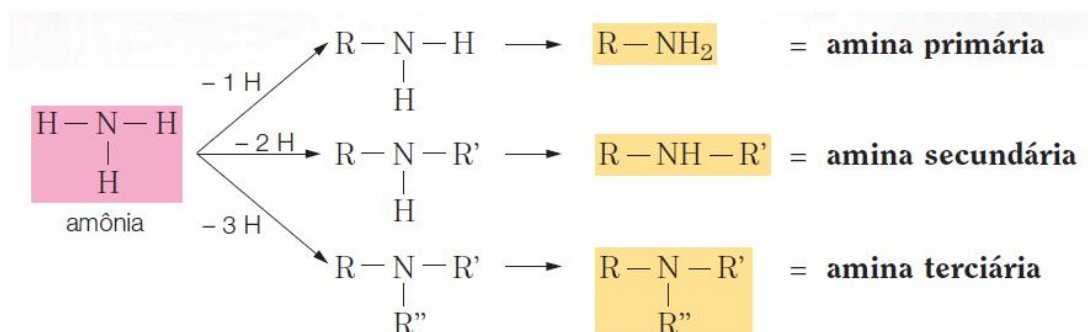
Compostos orgânicos nitrogenados

As funções orgânicas nitrogenadas incluem os compostos orgânicos que contêm **nitrogênio** na sua composição, além do carbono, do hidrogênio e, em alguns casos, do oxigênio. Dentre as funções orgânicas nitrogenadas (aminas, amidas, nitrilas, isonitrilas e nitrocompostos), será dada ênfase às **aminas** e **amidas** ao longo deste material, tendo em vista que muitas dessas substâncias têm uma grande importância biológica.



Aminas

As aminas são compostos orgânicos derivados da amônia (NH_3), sendo obtidas a partir da substituição de um ou mais átomos de hidrogênio da amônia por radicais derivados de hidrocarbonetos, conforme mostrado abaixo.



Fonte: USBERCO; SALVADOR, 2002.

Como pode ser visto acima, as aminas podem ser classificadas em primárias, secundárias ou terciárias de acordo com o número de átomos de carbono ligados diretamente ao átomo de nitrogênio.

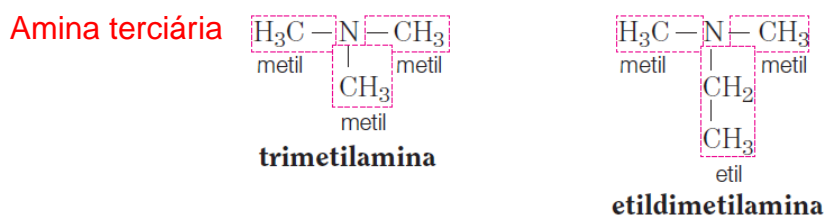
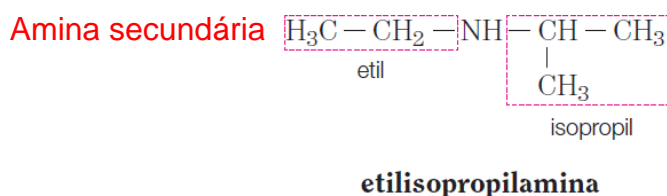
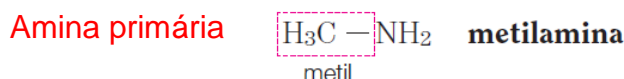
Nomenclatura oficial das aminas

nome do(s) radical(is) + amina



- Os radicais das aminas secundárias e terciárias devem ser indicados em ordem alfabética;
- Se existirem dois ou três radicais idênticos, use os prefixos di- ou tri-, respectivamente.

Exemplos:



Curiosidades sobre as aminas

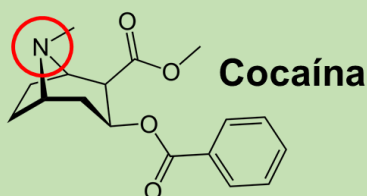
A amina faz parte da estrutura dos aminoácidos, os quais são extremamente importantes, visto que dão origem às proteínas (substâncias que desempenham funções biológicas essenciais). A função amina também está presente em algumas vitaminas (vital + **amina**), bem como em algumas substâncias denominadas de alcaloides. Os alcaloides apresentam propriedades biológicas, o que permite o seu uso como medicamentos. No entanto, como podem ocasionar dependência física e psíquica, seu uso requer a prescrição médica. No quadro abaixo, são mostrados alguns exemplos de alcaloides utilizados como medicamentos.

Alcaloide	Fonte natural	Uso
morfina	papoula	analgésico potente
ephedrina	Ephedra sinica	broncodilatador, descongestionante
atropina	Atropa belladonna	antiespasmódico

Fonte: USBERCO; SALVADOR, 2002.

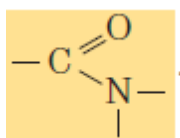
As anfetaminas também são aminas capazes atuar no sistema nervoso central, elevando o ânimo, diminuindo a sensação de fadiga e reduzindo o apetite. Dessa forma, como podem causar dependência, sua comercialização é controlada.

Outra substância que possui um efeito estimulante, e que contém a função amina na sua estrutura, é a cocaína. Essa droga causa euforia, aumento da atividade motora e sensação de prazer. No entanto, a duração destes efeitos é de aproximadamente 30 minutos e, segue-se de uma intensa depressão, o que contribui para o uso compulsivo da cocaína, em doses crescentes, podendo levar à morte.

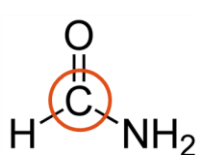


Amidas

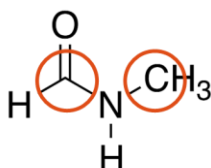
As amidas possuem um grupo carbonila (C=O) ligado a um átomo de nitrogênio. Assim, caracterizam-se pela presença do grupo funcional



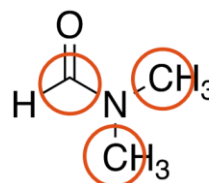
As amidas também podem ser classificadas em primárias, secundárias e terciárias de acordo com o número de átomos de carbono ligados diretamente ao nitrogênio, conforme mostrado abaixo.



Amida primária



Amida secundária

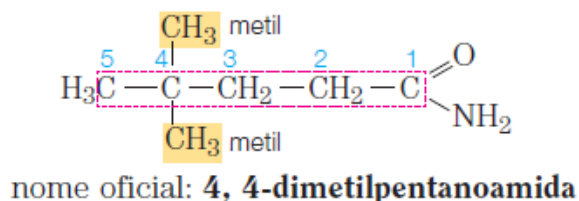
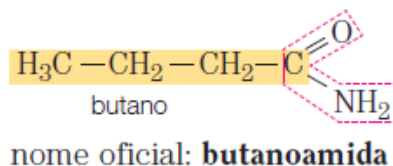


Amida terciária

Nomenclatura das amidas

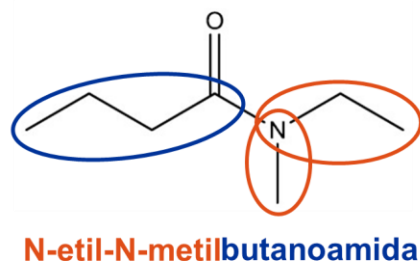
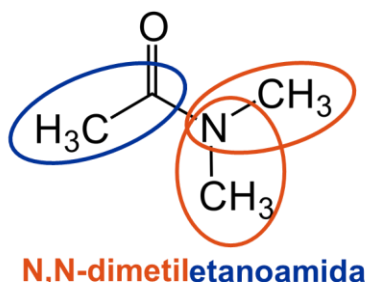
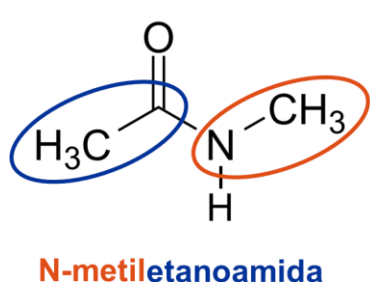
nome hidrocarboneto correspondente + amida

Exemplos:



Amidas **secundárias** ou **terciárias** são nomeadas citando-se o grupo ou os grupos ligados ao nitrogênio como substituintes, precedidos pela letra "N".

Exemplos:



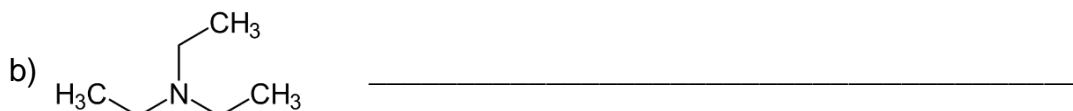
Atividades

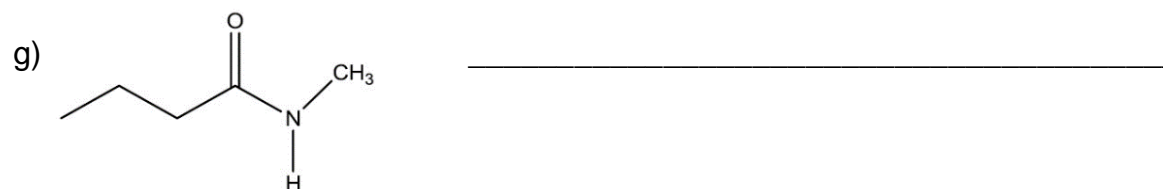
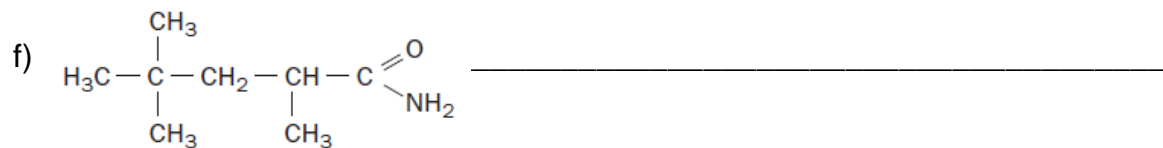
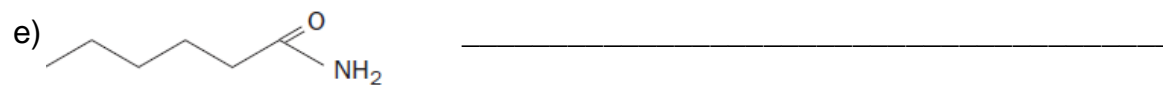
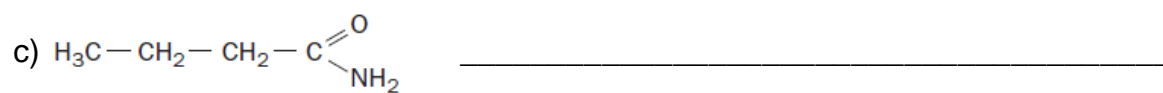
1) Escreva a fórmula estrutural dos seguintes compostos:

- pentilamina
- etilmetilpropilamina
- dimetilamina
- butanoamida
- propanoamida
- 3-metilpentanoamida
- N-metilbutanoamida
- N-etil-N-metilpentanoamida



2) Classifique os compostos mostrados abaixo (amina ou amida) e indique os seus nomes oficiais.





OBS.: O gabarito destas atividades está disponível nas últimas páginas do material.

Propriedades físicas dos compostos orgânicos

PONTO DE EBULIÇÃO

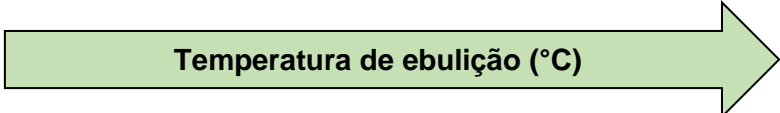
Quanto maior for a intensidade de interação entre as moléculas que compõem uma substância, maior deverá ser a energia fornecida para que as moléculas sejam separadas, e passem do estado líquido para o gasoso. Dessa forma, dois fatores influenciam no ponto de ebulição das substâncias: o **tamanho das moléculas** e os **tipos de interações intermoleculares**.

- **Tamanho das moléculas**

Quanto maior é o tamanho de uma molécula, maior será sua superfície, o que resulta em um maior número de interações com outras moléculas vizinhas e, conseqüentemente, em maiores pontos de fusão e ebulição. Assim, quando comparadas substâncias que pertencem a um mesmo grupo funcional, terá o maior ponto de ebulição aquela que possuir o maior tamanho (veja os exemplos abaixo).

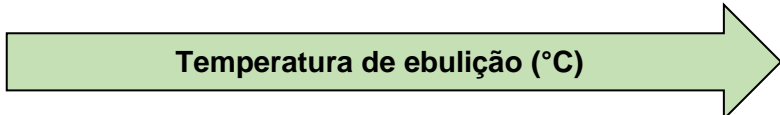
Exemplo 1 (hidrocarbonetos)

CH_4	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
-188	-88,4	-42,5



Exemplo 2 (álcoois)

$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
64,5	78,3	97,2



- **Tipos de interações intermoleculares**

As interações intermoleculares que podem ocorrer entre moléculas neutras são interação dipolo-dipolo, ligações de hidrogênio ou interação dipolo induzido-dipolo induzido. A interação intermolecular ligações de hidrogênio é a mais intensa, enquanto a interação dipolo induzido-dipolo induzido é a mais fraca, conforme mostrado abaixo. Dessa forma, quando comparadas substâncias que apresentam um tamanho semelhante, mas que interagem através de diferentes tipos de interação intermolecular, terá um maior ponto de ebulição aquela que interagir através de

ligações de hidrogênio (interação intermolecular mais forte), e o menor ponto de ebulição aquela que interagir através de interações dipolo induzido-dipolo induzido.

dipolo induzido-dipolo induzido < dipolo-dipolo < ligações de hidrogênio

Aumenta a intensidade das forças intermoleculares

Como foi visto anteriormente, os hidrocarbonetos são substâncias apolares, pois a diferença de eletronegatividade entre os átomos de carbono e hidrogênio é muito pequena. Assim, a interação intermolecular existente entre os hidrocarbonetos é do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.

Por outro lado, os compostos orgânicos que apresentam átomos eletronegativos, como o oxigênio (O), o nitrogênio (N) e os halogênios (Br, Cl, F e I), geralmente, são capazes de interagir através da interação dipolo-dipolo, tendo em vista que a presença de átomos eletronegativos confere certa polaridade a estes compostos. Ainda, alguns compostos orgânicos, que apresentam átomos de hidrogênio ligados a átomos extremamente eletronegativos (O ou N), podem interagir através de ligações de hidrogênio, como os álcoois, ácidos carboxílicos e as aminas primárias ou secundárias.

Diante do que foi mencionado, quando comparados os compostos mostrados abaixo (etano, etanal e etanol), podemos prever que o hidrocarboneto terá o menor ponto de ebulição, pois interage através da interação dipolo induzido-dipolo induzido. Por outro lado, o álcool terá o maior ponto de ebulição por interagir através de ligações de hidrogênio.

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$		
etano	-42,5 °C	dipolo induzido – dipolo induzido
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{H}$		confere polaridade a molécula
etanal	48,8 °C	dipolo – dipolo
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$		hidrogênio ligado a um átomo eletronegativo (dipolo intenso)
etanol	97,2 °C	ligações de hidrogênio

Instituto Federal Farroupilha
Disciplina: Química
Professora: Vanize Caldeira da Costa

O quadro abaixo relaciona alguns grupos funcionais com o tipo de interação intermolecular.

Dipolo induzido-dipolo induzido	Dipolo-dipolo	Ligações de hidrogênio
<p>Hidrocarbonetos</p> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	<p>Aldeído</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ <p>Cetona</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}^1-\text{C}-\text{R}^2 \end{array}$ <p>Éter</p> $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$ <p>Éster</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \end{array}$ <p>Haleto</p> $\text{R}-\text{X}$ <p>Amida</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}'' \\ \\ \text{R}' \end{array}$	<p>Álcool</p> $\text{R}-\text{OH}$ <p>Ácido carboxílico</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ <p>Amina</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{N}-\text{R}' \end{array}$



Para relembrar alguns conceitos importantes sobre interações intermoleculares, você pode acessar a vídeo aula “**Interações intermoleculares**”

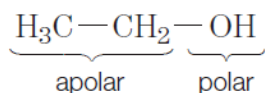
Link: <https://youtu.be/1jaWKLdKmWI>.

SOLUBILIDADE

De um modo geral:

- **Substâncias polares** tendem a se solubilizar em **líquidos polares**;
- **Substâncias apolares** tendem a se solubilizar em **líquidos apolares**.

Diante disso, pode-se concluir que a maioria dos compostos orgânicos não se solubilizam em água (substância polar) visto que são apolares. No entanto, alguns compostos, como os álcoois, apresentam uma parte apolar (CH) e outra polar (-OH). Essa característica permite que os álcoois se solubilizem tanto em água (solvente polar) como em solventes apolares, como a gasolina (constituída por hidrocarbonetos).



Contudo, a medida que ocorre um aumento da cadeia carbônica (parte apolar), a solubilidade dos álcoois em água diminui, como mostrado no quadro abaixo.

Álcool	Solubilidade em água (g/100 g de H ₂ O a 25 °C)
H ₃ C – OH	infinita
H ₃ C – CH ₂ – OH	infinita
H ₃ C – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – OH	2,4
H ₃ C – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – OH	0,6

Fonte: USBERCO; SALVADOR, 2002.

Atividades

1. (Fuvest-SP) Três líquidos puros apresentam as propriedades relacionadas na tabela:

Líquido	Ponto de ebulição (°C)	Solubilidade em água (g/100 cm ³)
A	36,2	0,036
B	34,6	7,5
C	117,7	7,9

Instituto Federal Farroupilha
Disciplina: Química
Professora: Vanize Caldeira da Costa

Utilizando essas propriedades, associe cada um dos líquidos às substâncias: butan-1-ol (C_4H_9OH), pentano (C_5H_{12}) e éter etílico ($(C_2H_5)_2O$). Justifique.

2. (UFRJ - modificada) A tabela a seguir apresenta algumas propriedades físicas de quatro substâncias orgânicas.

Nome	Fórmula molecular	Massa molecular	Ponto de fusão ($^{\circ}C$)	Ponto de ebulição ($^{\circ}C$)
pentano	C_5H_{12}	72	-130	36
butanal	C_4H_8O	72	-99	76
1-butanol	$C_4H_{10}O$	74	-90	118
ácido propanóico	$C_3H_6O_2$	74	-22	141

- a) Explique por que o butanal apresenta um ponto de ebulição mais elevado do que o pentano.
- b) Explique por que o ácido propanóico apresenta um ponto de ebulição mais elevado que o butanal.
3. (UFMG) A alternativa que apresenta a substância de maior ponto de ebulição é:
- a) $H_3C-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{CH}-CH_2-OH$
- b) $H_3C-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_2-CH_3$
- c) $H_3C-O-CH_2-CH_2-CH_3$
- d) $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
4. (UNI-RIO) “Uma blitz de fiscais da ANP (Agência Nacional de Petróleo) [...] interditou 19 postos de combustíveis em São Paulo [...], 14 deles por venda de gasolina adulterada.” (Jornal do Brasil, 9 set. 1998.)

A gasolina, composta basicamente de uma mistura de alcanos na faixa de C_6 a C_{12} átomos de carbono, pode ser facilmente adulterada com substâncias mais baratas do que ela. De acordo com a regra de que “semelhante dissolve semelhante”, indique a opção que contém a única substância que, ao ser adicionada à gasolina, irá formar uma mistura heterogênea.

- a) Água.
- b) Hexanol.
- c) Hexano.
- d) Benzeno.
- e) 2-decanona.

Instituto Federal Farroupilha
Disciplina: Química
Professora: Vanize Caldeira da Costa

5. (UFES) O etanol se mistura com a água em qualquer proporção. Outra característica do etanol é que ele apresenta uma parte apolar em sua molécula e, por isso, também se dissolve em solventes apolares.

Dados os álcoois:

I - butan-2-ol II - hexan-1-ol III - propan-1-ol IV - octan-1-ol

Indique a ordem crescente de solubilidade dos álcoois em água.

6. (UFRS) A destilação fracionada é um processo de separação de líquidos com pontos de ebulição diferentes. Num experimento, a mistura dos solventes propanol, pentano e acetato de metila é destilada. A ordem de obtenção desses solventes através da destilação da mistura é:

- a) propanol — pentano — acetato de metila.
- b) pentano — acetato de metila — propanol.
- c) acetato de metila — pentano — propanol.
- d) pentano — propanol — acetato de metila.

7. (UEFS-BA)

Composto	Massa molar (g)	PE 1 atm (°C)
propano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	44	-45
metoximetano CH_3OCH_3	46	-25
etanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	46	78

Com base na tabela acima, assinale as afirmativas corretas:

- () No etanol, as interações intermoleculares são do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.
 - () Propano e metoximetano são líquidos à temperatura ambiente.
 - () CH_3OCH_3 é um aldeído.
 - () O baixo ponto de ebulição do propano deve-se às fracas interações intermoleculares do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.
8. Indique a ordem crescente de ponto de ebulição das substâncias indicadas abaixo.
- I. hexano II. propano III. metano

Referências bibliográficas

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012.

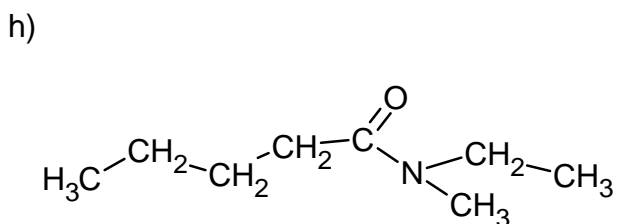
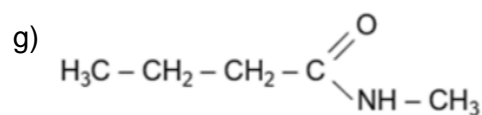
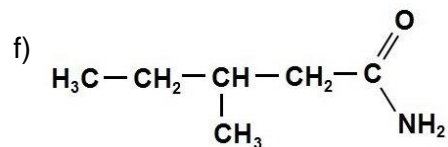
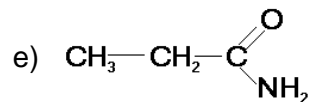
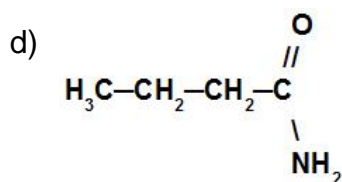
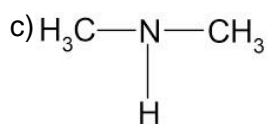
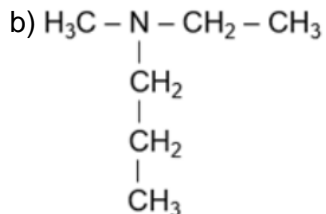
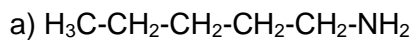
PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. São Paulo: Moderna, 2003.

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

GABARITO

Compostos orgânicos nitrogenados

Atividade 1



Atividade 2

a) etilamina

b) trietilamina

c) butanoamida

d) etilmetilamina

e) hexanoamida

f) 2,4,4-trimetilpentanoamida

g) N-metilbutanoamida

Propriedades físicas dos compostos orgânicos

Atividade 1

Composto	Polaridade	Força intermolecular	Solubilidade em água (polar)
<u>butanol</u> $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	polar	ponte de hidrogênio	solúvel
<u>n-pentano</u> $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	apolar	dipolo induzido-dipolo induzido	praticamente insolúvel
<u>éter etílico</u> $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	polar	dipolo-dipolo	solúvel

* PE – ponto de ebulição

➡ **Substância C (maior PE)**

➡ **Substância A (menor PE)**

➡ **Substância B**



Atividade 2

(a) O butanal apresenta um dipolo permanente devido à presença de um átomo de oxigênio na sua estrutura. Por isso, as moléculas de butanal interagem por meio de interações dipolo-dipolo, que é uma interação mais forte que aquela existente entre as moléculas de pentano (dipolo induzido-dipolo induzido), o que resulta em um ponto de ebulição mais elevado

(b) O ácido propanóico apresenta um ponto de ebulição mais elevado que o butanal pois as suas moléculas interagem através de ligações de hidrogênio (interação intermolecular mais forte), enquanto as moléculas de butanal interagem através de interações do tipo dipolo-dipolo.

Atividade 3 – alternativa a

Atividade 4 – alternativa a

Atividade 5 – $IV < II < I < III$ (ordem crescente de solubilidade)

Atividade 6 – alternativa b

Atividade 7 – apenas a última afirmativa está correta.

Atividade 8 – $III < II < I$