



UNICAMP  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

**COMVEST**  
Comissão Permanente para os Vestibulares

# 2006

vestibular nacional  
**UNICAMP**

2ª Fase

Química

## INTRODUÇÃO

Quando se pensa em doença, pensa-se imediatamente em remédio. É claro que existem muitos procedimentos terapêuticos, inclusive sem o uso de substâncias. No entanto, não se pode negar a grande importância da medicação química em grande percentual do tratamento de doenças e de traumas.

O mundo das Ciências Farmacêuticas, por tratar essencialmente com substâncias, sejam elas de origem natural ou sintética, está intimamente vinculado à Química, quer no aspecto das extrações e das sínteses, quer nos estudos da ação destes medicamentos.

Nesta prova procurou-se, no curto espaço disponível, e sem perder a percepção de que se trata de uma prova de vestibular, e não um compêndio farmacêutico, mostrar a íntima relação das Ciências Químicas com as Ciências Farmacêuticas.

No palco da vida, qualquer que seja o enredo, comparece, de modo inevitável, o drama da doença. Em suas múltiplas formas, a doença pode se apresentar de modo isolado, afetando indivíduos em particular ou, no auge do espetáculo, pode entrar em cena desempenhando papel epidêmico, atingindo grandes multidões.

No confronto com tais sofrimentos, a humanidade tenta entender o enredo. Alguns se conformam e deixam-se levar como folhas na enxurrada, já que a decisão dos destinos está fora de seu alcance: as doenças seriam "castigos" dos "deuses". Outros lutam desesperadamente contra este "mal", já que ele seria resultado de trágicas casualidades que devem ser combatidas com firmeza e sem descanso. Outros, ainda, julgam que as doenças nada mais são que "remédios" para males maiores, pois refletiriam maneiras de a "natureza" ajustar a si mesma.

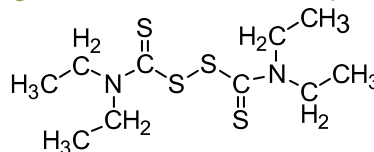
Independentemente do conceito "filosófico" ou da opinião de cada um em relação à doença, isto é, quer ela seja entendida como "casualidade", "castigo" ou "remédio", parece justo o direito de procurar o "remédio" para o "castigo", o "remédio" para a "casualidade", ou o "remédio" para o "remédio".

Assim, na luta para vencer tais adversidades, a humanidade tem desenvolvido, ao longo da sua história, múltiplos procedimentos terapêuticos e de higiene. Dentre eles está a utilização de medicamentos de ação química, ou bioquímica, constituindo a base das Ciências Farmacêuticas.

Esta prova aborda, embora de modo superficial, esse tipo de conhecimento, procurando mostrar a importante contribuição da Química nesse campo.

**Atenção:** Não basta escrever apenas o resultado final: é necessário mostrar os cálculos ou o raciocínio utilizado.

1. O medicamento *dissulfiram*, cuja fórmula estrutural está representada abaixo, tem grande importância terapêutica e social, pois é usado no tratamento do alcoolismo. A administração de dosagem adequada provoca no indivíduo grande intolerância a bebidas que contenham etanol.

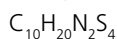


Dissulfiram

- Escreva a fórmula molecular do *dissulfiram*.
- Quantos pares de elétrons não compartilhados existem nessa molécula?
- Seria possível preparar um composto com a mesma estrutura do *dissulfiram*, no qual os átomos de nitrogênio fossem substituídos por átomos de oxigênio? Responda sim ou não e justifique.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)



b) (1 ponto)

10 pares de elétrons.

c) (1 ponto)

Não, pois o oxigênio só pode fazer duas ligações e não três como o nitrogênio.

## Exemplo Acima da Média

- A) a fórmula molecular do dissulfiram é:  $C_{10}H_{20}S_4N_2$
- B) Contando o número de hidrogênios percebe-se que existem 10 pares de elétrons não compartilhados.
- C) não. Isso não seria possível porque o nitrogênio faz três ligações e o oxigênio faz duas ligações, ~~mas~~ portanto essa substituição mudaria a estrutura da substância.

## Exemplo Abaixo da Média

- a)  $C_{10}H_{20}N_2S_3$
- b) Nessa molécula existem 8 pares de elétrons não compartilhados.

## Comentários

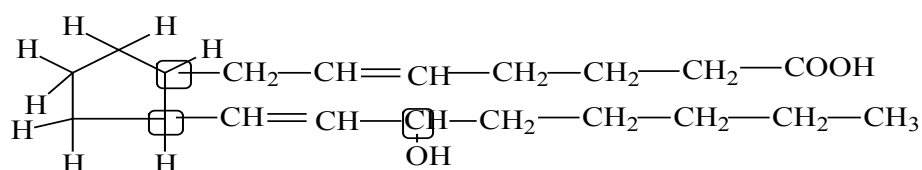
Trata-se de uma questão envolvendo fórmulas moleculares e ligações químicas. O candidato deveria ler uma fórmula estrutural e transcrevê-la como uma fórmula molecular. O item **b** questiona sobre o conceito de pares de elétrons isolados e o **c**, a capacidade de ligação. A banca considera que os itens **a** e **c** são os mais fáceis. No item **b**, além de ser solicitada a distribuição eletrônica, também se questiona o conceito de pares eletrônicos livres, um assunto menos explorado no ensino médio. Como se verificou, a média na questão (3,2) foi a maior da prova e os resultados mostraram uma maior incidência de erros no item **b**. O item **c** teve um índice de acerto também alto devido ao fato de ser assunto muito explorado em vários momentos do ensino médio.

**2.** A dor pode resultar do rompimento de tecidos onde se formam várias substâncias, como as prostaglandinas, que a potencializam. Fundamentalmente, essas moléculas apresentam um anel saturado de cinco átomos de carbono, contendo duas cadeias laterais vizinhas, sendo que cada uma possui uma dupla ligação. Uma das cadeias laterais contém sete átomos de carbono, incluindo o carbono de um grupo ácido carboxílico terminal e a dupla ligação entre os carbonos 2 e 3 a partir do anel. A outra cadeia contém oito átomos de carbono, com um grupo funcional hidroxila no terceiro carbono a partir do anel e a dupla ligação entre os carbonos 1 e 2 a partir do anel.

- Desenhe a fórmula estrutural da molécula descrita no texto.
- Identifique com um círculo, na fórmula do item **a**, um carbono assimétrico.
- Calcule a massa molar da prostaglandina.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)



Observação: A carboxila foi representada de forma linear para maior clareza.

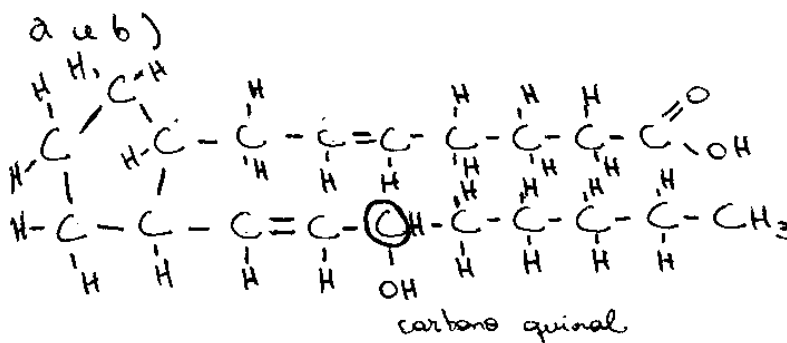
b) (1 ponto)

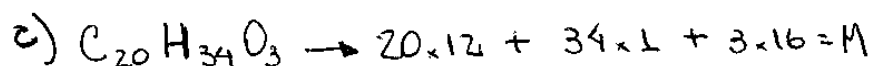
Os possíveis carbonos assimétricos estão indicados na figura do item a.

c) (2 pontos)

$$C_{20}H_{34}O_3 = (20 \times 12) + (34 \times 1) + (3 \times 16) = 322 \text{ g mol}^{-1}$$

## Exemplo Acima da Média

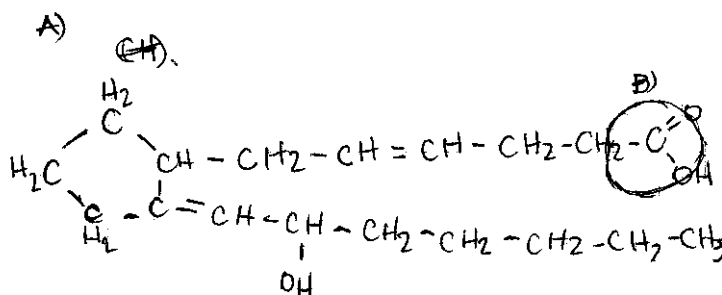




$$M = 240 + 34 + 48$$

$M = 322 \text{ u}$ , isto é, um mol de prostaglandina possui 322 gramas.

## Exemplo Abaixo da Média



c)  $C_{18}H_{30}O_3 = C_{18} = 216 \text{ g/mol} +$   
 $H_{30} = 30 \text{ g/mol} +$   
 $O_3 = 36 \text{ g/mol}$   
282 g/mol

## Comentários

Esta questão repetia, em parte, o conteúdo da questão anterior. Repare que os itens **a** das duas questões são semelhantes, embora partam de informações diferentes. O item **b** questiona um assunto bem explorado no ensino médio e muito importante na Química. O item **c** foi onde os candidatos tiveram pior desempenho, talvez devido a pequenos erros na fórmula estrutural montada no item **a**. A questão pode ser considerada de dificuldade média como se observa pela nota média de 2,4. A distribuição de notas na questão mostra que os itens **a** e **b** apresentaram dificuldade semelhante, enquanto que no item **c**, que dependia do item **a**, o índice de acerto foi menor.

**3.** O cloridrato de atomoxetina, um inibidor seletivo da recaptção de adrenalina, recomendado para o tratamento de hiperatividade e déficit de atenção, pode ser representado, simplificadaamente, por  $R'R''NH_2^+Cl^-$ . Como medicamento, ele pode se apresentar em cápsulas com 30 mg do cloridrato, administradas exclusivamente por via oral.

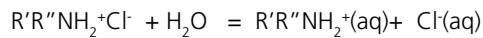
**a)** Mostre, com uma equação química, a dissociação desse medicamento em água.

**b)** Ao se dissolver esse medicamento em água, o meio se tornará ácido, básico ou neutro? Justifique.

**c)** Suponha que alguém que não consiga engolir cápsulas tenha dissolvido completamente o conteúdo de uma delas em 50 mL de água. Qual é a concentração do cloridrato de atomoxetina em grama por litro de água nessa solução?

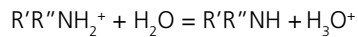
## Resposta Esperada

a) (1 ponto)



b) (2 pontos)

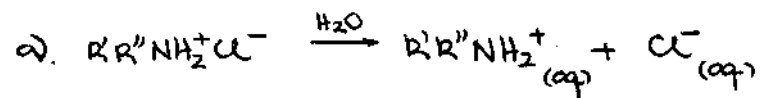
O meio se tornará ácido, pois o seguinte equilíbrio se estabelece:



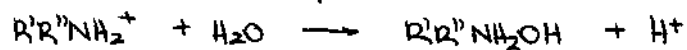
c) (2 pontos)

$$\text{Concentração} = \text{Massa} / \text{volume} = 30 \times 10^{-3} / 50 \times 10^{-3} = 0,6 \text{ g L}^{-1}$$

## Exemplo Acima da Média



b) Como o sal é resultante de uma base fraca com um ácido forte, sofrerá hidrólise:

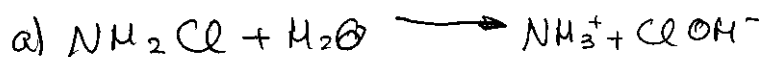


e o meio se tornará ácido

c) capsula =  $30 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

$$c = \frac{30 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \boxed{0,6 \text{ g/L}}$$

## Exemplo Abaixo da Média



b) Ácido, pois o Cl é ácido.

c)  $30 \text{ — } 100$   
 $30/50 \text{ — } x$

$$30x = \frac{3000}{50}$$

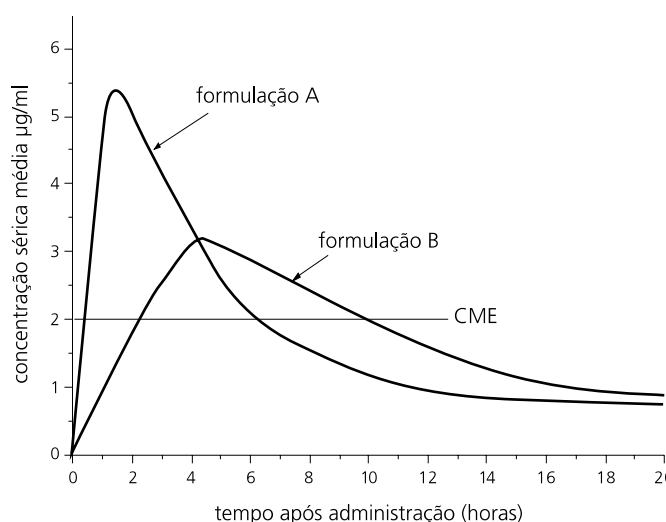
$$30x = 60 \quad \left\{ \begin{array}{l} x = 2 \\ \underline{2 \text{ g/L de } H_2O} \end{array} \right.$$

## Comentários

Esta questão trata de equações químicas e equilíbrio químico nos itens **a** e **b**. O item **c** é desvinculado dos anteriores e trata do conceito de concentração de soluções. Repare que este item tem tudo a ver com a inserção de um conteúdo no cotidiano do cidadão, já que a posologia existente nas bulas de remédios leva em conta este aspecto, com muita frequência. A nota média da questão foi 2,1 evidenciando uma questão de dificuldade média. A maior frequência de notas foi 2,0, estando esta bastante atrelada ao acerto do item **b**. A banca observou que a ordem de dificuldade crescente para os três itens foi:  $c < a < b$ . Um outro aspecto que chamou a atenção foi o fato de que muitos candidatos confundiram as equações de dissociação (item **a**) e da hidrólise (item **b**). Outra observação importante diz respeito ao fato de muitos candidatos justificarem o item **b** com alguns argumentos que aparecem frequentemente em livros textos do ensino médio, mas que são errados conceitualmente.

Use o enunciado e o gráfico seguintes para responder às questões **4** e **5**:

A eficiência na administração oral de um medicamento leva em conta vários parâmetros, dentre os quais: o tempo para se atingir a concentração máxima na corrente sanguínea; a concentração mínima efetiva (CME), que é a concentração mínima necessária para que o paciente apresente resposta adequada ao medicamento; a quantidade total de medicamento no sangue após a sua administração. O diagrama abaixo mostra a variação da concentração no sangue (microgramas por mililitro —  $\mu\text{g/mL}$ ), em função do tempo, para a mesma quantidade de um mesmo medicamento em duas formulações diferentes.



### 4. Aspectos cinéticos do uso do medicamento:

- Que formulação é absorvida mais rapidamente?
- Que formulação apresenta maior tempo de manutenção da concentração mínima efetiva? E qual é esse tempo?
- Se o paciente iniciar o tratamento com a formulação A, e em seguida passar para a formulação B, depois de quantas horas da ingestão da formulação A ele deve iniciar a ingestão da formulação B? Explique.

## Resposta Esperada

### a) (1 ponto)

A formulação **A**, pois se observa pelo gráfico que a concentração sérica do princípio ativo aumenta mais rapidamente nesse caso.

### b) (2 pontos)

A formulação **B**. Para formulação b, o princípio ativo permanece acima da CME por aproximadamente 8 horas (intervalo entre 2 e 10 horas).

### c) (2 pontos)

O paciente deve ingerir a formulação **B**, 6 horas após ter ingerido a formulação **A**, porque a partir de seis horas da ingestão dessa formulação, a concentração mínima efetiva do princípio ativo é atingida, no entanto, a diminuição da concentração do princípio ativo proveniente da ingestão da formulação **A** é compensada pelo aumento da concentração do mesmo princípio proveniente da ingestão da formulação **B**.

## Exemplo Acima da Média

a) a formulação A.

b) a formulação B e o tempo é de 8 horas.

c) depois de 6 horas. A partir dessa hora a formulação A passa a estar abaixo da concentração mínima efetiva.

## Exemplo Abaixo da Média

a)

b) Formulação B. O tempo é de 6 horas.

a)

## Comentários

Esta questão é um exemplo de aplicação do conceito de rapidez de reações químicas, em um contexto diferente do que é visto comumente pelos estudantes. No entanto, apesar disso, a banca considera que a questão é muito oportuna e importante, e espera que os professores possam fazer bom uso dela nas suas salas de aula. A nota média foi relativamente alta (2,9) mas deve ser analisada com cautela. Observando os resultados estatísticos de notas e levando em conta as observações



durante a correção das provas, observou-se que houve uma grande freqüência de nota 3, quase que completamente vinculada ao acerto dos itens **a** e **b**. Foi interessante observar que muitos candidatos erraram o item **c**, pois desvincularam os efeitos do princípio ativo nas duas formulações. Entretanto, como pudemos verificar, algumas respostas ao item **c** que foram divulgadas na mídia, também estavam erradas. As estatísticas de notas revelam que a nota máxima 5,0 na questão foi alcançada por 5% do total dos candidatos. Levando-se em conta o que foi observado na correção, o maior responsável por este baixo índice de notas 5,0 foi o item **c**.

## 5. Aspectos econômicos e de dosagem no uso do medicamento:

**a)** Considere que um determinado tratamento deve se prolongar por sete dias, independentemente da formulação utilizada (A ou B), e que as cápsulas de ambas as formulações têm a mesma quantidade do medicamento, custam o mesmo preço e podem ser compradas por unidade. Qual tratamento custaria menos? Explique.

**b)** Um paciente que precisa ingerir, por exemplo, 10 mg do medicamento e tem à sua disposição comprimidos de 20 mg, simplesmente corta o comprimido ao meio e ingere apenas uma metade por vez. Suponha o caso de alguém que precisa ingerir a quantidade de 10 mg do princípio ativo, mas que tem à sua disposição o medicamento na forma de uma solução aquosa na concentração de 20 mg por gota. Como essa pessoa poderia proceder, considerando que seja impossível "cortar" uma gota pela metade?

## Resposta Esperada

**a) (3 pontos)**

A formulação **B**, pois na formulação **A** o paciente precisa ingerir 4 cápsulas por dia e na formulação **B** ele só precisa ingerir 3 cápsulas por dia.

**b) (2 pontos)**

Diluir uma gota do remédio em um volume conhecido de água (um copo, duas colheres, xícara, 100 mL, etc) e tomar metade do volume de água utilizada.

Observação – Qualquer procedimento adotado deve evidenciar claramente que o paciente tomará um volume de solução que contém o equivalente à meia gota do remédio.

## Exemplo Acima da Média

a) Tratamento de 7 dias  $\rightarrow 7 \cdot 24 = 168$  horas

Espaçamento entre uma ingestão e outra  $\left\{ \begin{array}{l} A \rightarrow 6 \text{ horas} \\ B \rightarrow 8 \text{ horas} \end{array} \right.$

Considerando que as cápsulas de ambos os medicamentos possuem a mesma quantidade do medicamento e custam o mesmo preço, a formulação **B** seria o tratamento mais barato, já que 21 cápsulas durariam os 7 dias, contra 28 cápsulas da formulação **A**.

b) A pessoa que deve tomar apenas 10 mg do princípio ativo, dispondo de uma solução aquosa de 20 mg por gota, poderia diluir uma gota em 100 mL de água e beber apenas 50 mL da solução.

## Exemplo Abaixo da Média

- a) O mediu comuto A. Porque ele e melhar absauido nela caupa caurando um t ratamnto melhar.
- b) José fava nessa uma gata uma destilacão fracionada visando repaui a substância líquida em deis.

## Comentários

Esta questão era uma continuação da anterior, porém tratando de um outro aspecto relacionado ao uso de medicamentos. O item **b** da questão, embora muito mais freqüente que o item **a**, no cotidiano das pessoas, envolve um raciocínio raramente utilizado na vida prática pelo próprio paciente, já que o médico faz esta sugestão diretamente. Além disso, embora a questão da diluição seja bem explorada no ensino médio, a segunda parte deste item envolvia a decisão de ingerir somente metade da diluição. Muitos candidatos começaram a formular corretamente a resposta para o item, fazendo a diluição, mas erraram quando não deixavam claro que deveriam tomar apenas uma parte da solução final. Nesta questão as notas entre zero e cinco foram bem distribuídas, com prevalência da nota 3,0. A nota média de 2,9 mostra que esta questão pode ser considerada fácil. O item **a** teve um índice de acerto muito mais elevado que o item **b**.

**6.** Algumas misturas gasosas podem ser importantes em ambientes hospitalares, assim como na prática de esportes, como mergulho autônomo a grandes profundidades. Uma dessas misturas, denominada Trimix, contém 16% de oxigênio, 24% de hélio e 60% de nitrogênio (porcentagem em volume). Suponha um cilindro de Trimix mantido à temperatura ambiente e a uma pressão de 9000 kPa.

- a) Escreva as fórmulas dos gases da mistura.  
 b) Qual é a pressão parcial do hélio no cilindro? Mostre os cálculos.  
 c) Qual é a massa molar média da mistura? Mostre os cálculos.

Dado:  $R = 8,3 \text{ kPa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

## Resposta Esperada

a) (1 ponto)

$\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  e He

b) (2 pontos)

As frações em volume correspondem às frações em pressão ou frações em mol. Assim, a pressão parcial do He é:

$$p_{\text{He}} = 0,24 \times 9000 = \mathbf{2160 \text{ kPa}}$$

c) (2 pontos)

As porcentagens em volume, em valores de 0 a 1, correspondem às frações em mol. Assim:

$$\text{O}_2 = 0,16 \text{ então a massa de } \text{O}_2 = \mathbf{0,16 \times 32} = 5,12 \text{ g}$$

$$\text{N}_2 = 0,60 \text{ então a massa de } \text{N}_2 = \mathbf{0,60 \times 28} = 16,8 \text{ g}$$

$$\text{He} = 0,24 \text{ então a massa de He} = \mathbf{0,24 \times 4} = 0,96 \text{ g}$$

Portanto, a massa molar da mistura é de  $5,12 + 16,8 + 0,96 = \mathbf{22,88 \text{ g mol}^{-1}}$ .

## Exemplo Acima da Média

a) gás oxigênio:  $O_2$   
 gás hélio: He  
 gás nitrogênio:  $N_2$

b) Se a porcentagem, em volume, de hélio é de 24%, a pressão parcial do hélio é de 24% do total que é de 9000 kPa.

Logo  $\frac{24}{100} \cdot 9000 \text{ kPa} = 2160 \text{ kPa}$ .

A pressão parcial do hélio é de 2160 kPa.

c) ~~aplicamos a PV = nRT, temos que 1 mol de mistura~~

Em 1 mol de mistura, temos 0,16 mols de  $O_2$ , 0,24 mols de He e 0,6 mol de  $N_2$

0,16 mols de  $O_2 = 0,16 \cdot 32 = 5,12 \text{ g}$     0,24 mols de He =  $0,24 \cdot 4 = 0,96 \text{ g}$

0,6 mols de  $N_2 = 0,60 \cdot 28 = 16,80 \text{ g}$

A massa total é de 22,88 g. A massa molar média da mistura é de 22,88 g.

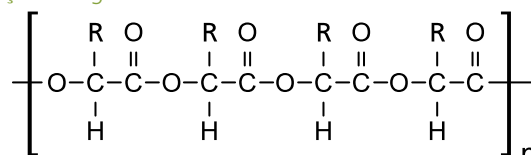
## Exemplo Abaixo da Média

a) Oxigênio:  $O_2$     Hélio: He    Nitrogênio:  $N_2$

## Comentários

O item **a** desta questão trata de um assunto inicial e fundamental quando se estuda Química: símbolos e fórmulas de substâncias elementares. É importante ressaltar que essas substâncias estão bastante presentes nos livros de Química e são importantes no dia a dia. A outra parte da questão trata dos aspectos relevantes do comportamento dos gases ideais, um assunto bem "clássico" na Química do ensino médio. Os itens **a** e **b** tiveram um índice de acertos muito maior que o item **c**, o que não é de se estranhar em vista do tipo de raciocínio que deveria ser utilizado. Os dois primeiros itens são clássicos e muito explorados no ensino médio, ao contrário do último item. A nota média igual a 2,0 mostra uma questão de dificuldade média, entretanto a banca considera que esta dificuldade média se deve a uma maior dificuldade do último item.

**7.** O uso de substâncias poliméricas para a liberação controlada de medicamentos vem sendo investigado, também, em tratamentos oftalmológicos. Os polímeros derivados dos ácidos glicólico e láctico têm-se revelado muito promissores para essa finalidade. A estrutura abaixo representa um polímero desse tipo. Se R for um H, trata-se de um polímero derivado do ácido glicólico e, se R for um  $CH_3$ , trata-se do ácido láctico. Na formação de qualquer um desses polímeros, a partir dos correspondentes ácidos, ocorre a eliminação de água.



a) Um determinado polímero apresenta, alternadamente, fragmentos dos ácidos láctico e glicólico. Desenhe a fórmula estrutural desse polímero, usando como modelo a estrutura acima.

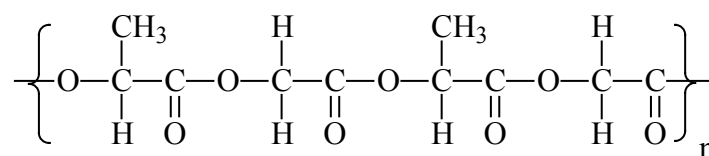
No processo de biodegradação desse tipo de polímero mostrado na figura, inicialmente ocorre a hidrólise. O produto resultante desse processo é decomposto (no ciclo de Krebs), formando os mesmos produtos que seriam resultantes de sua combustão. Considerando que o fragmento polimérico da figura apresentada seja formado, apenas, a partir do ácido láctico:

b) Escreva a equação química da hidrólise do polímero.

c) Escreva a equação química da oxidação da substância produzida na reação do item b.

## Resposta Esperada

a) (1 ponto)



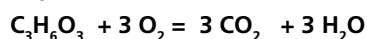
b) (2 pontos)

A equação química poderia ser escrita para qualquer número de meros. O coeficiente estequiométrico da água, assim como do ácido láctico, deve contemplar a quantidade de meros na estrutura representada e a quantidade n.



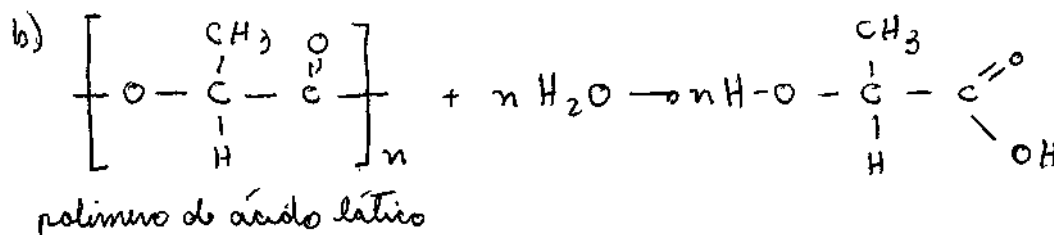
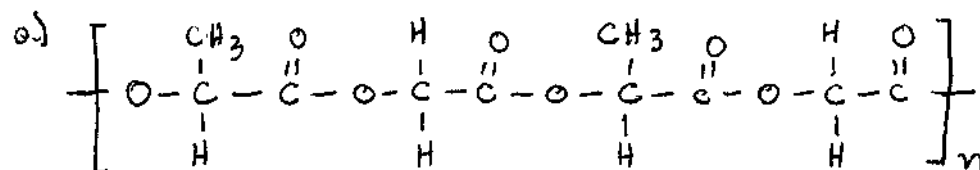
A fórmula do ácido pode ser a estrutural ou a molecular.

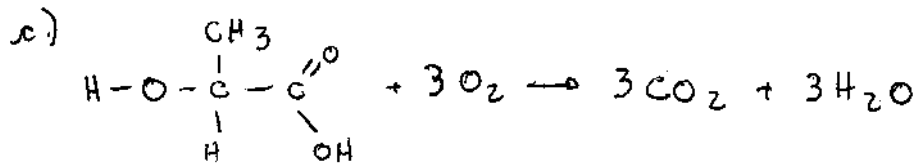
c) (2 pontos)



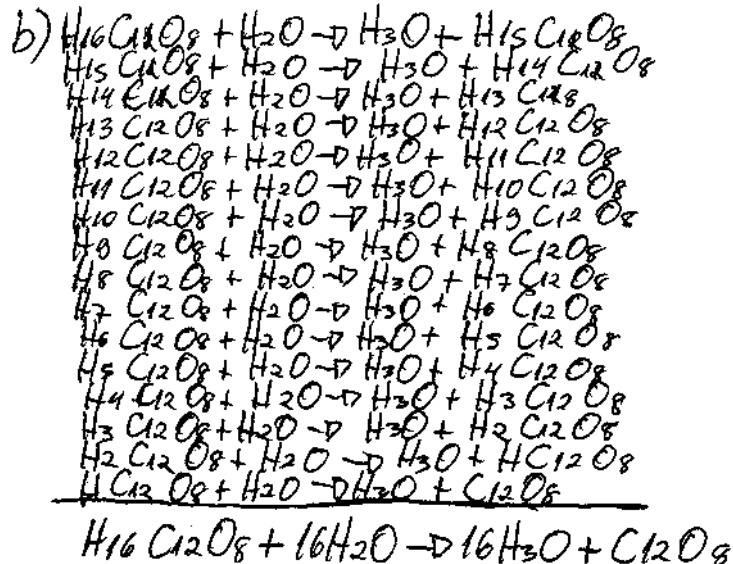
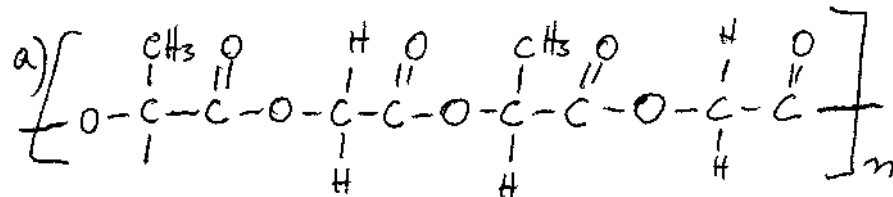
Também se pode escrever essa equação química usando a fórmula estrutural do ácido.

## Exemplo Acima da Média





## Exemplo Abaixo da Média



## Comentários

Essa questão trata especificamente da linguagem química na leitura de fórmulas e na escrita de equações químicas. O fato do item **c** estar atrelado ao item **b**, fez com que todos os candidatos que erraram o item **b**, também errassem o subsequente. Este é um risco calculado, mas que não pode ser evitado, no caso específico de um vestibular, em vista das várias possibilidades de combinação de respostas. Em uma sala de aula, o professor pode considerar as repostas desvinculadas, pois seu universo de possibilidades é pequeno. A nota média de 1,9 mostra uma certa dificuldade por parte dos candidatos em responder à pergunta. A nota mais freqüente nessa questão foi 2,0, o que ocorreu principalmente devido ao acerto no item **a**. Os índices de acertos nos itens **b** e **c** foram muito baixos e como relatado anteriormente, muito mais baixo no item **c**. Curiosamente, um número muito pequeno de candidatos conseguiu acertar o item **c** tendo errado o item **b**.

**8.** O tetraidrocannabinol (THC) vem sendo utilizado, mediante controle legal, como coadjuvante para o tratamento de náuseas, enjôos e ânsia de vômito de pacientes que se submetem a tratamento quimioterápico; para interromper ou reverter a perda de peso de portadores de AIDS e para combater o aumento da pressão ocular (glaucoma). Essa substância é encontrada na planta *Cannabis sativa*, conhecida popularmente como maconha. O skank, um tipo de maconha cultivada em laboratório, pode apresentar até 17,5% em massa de THC, enquanto a planta comum contém 2,5%.

**a)** De acordo com o texto, o THC é um agente que combate o vírus da AIDS? Responda sim ou não e justifique.

- b) Para aviar uma receita, um farmacêutico decidiu preparar uma mistura de vegetais, composta por  $\frac{1}{3}$  de skank, 30 g de maconha e  $\frac{1}{5}$  de matéria vegetal sem THC, em massa. Qual é a massa total da mistura? Mostre os cálculos.
- c) Qual é a porcentagem em massa de THC na mistura sólida preparada pelo farmacêutico? Mostre os cálculos.

## Resposta Esperada

a) (1 ponto)

Não, a maconha atua apenas como coadjuvante no combate aos sintomas da quimioterapia.

b) (2 pontos)

A amostra total vale um inteiro. Portanto:

$$\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} + X\right) = 1, \text{ onde } X \text{ é a fração de maconha.}$$

$$X = \frac{7}{15} \text{ ou } 0,467$$

$$\frac{7}{15} \rightarrow 30 \text{ gramas}$$

$$1 \rightarrow \text{massa da mistura}$$

$$\text{massa da mistura} = (15 \times 30) / 7 = \mathbf{64,3 \text{ gramas}}$$

c) (2 pontos)

$$\text{massa de skank} = \left(\frac{1}{3}\right) \times 64,3 = 21,4 \text{ gramas}$$

$$\text{Quantidade de THC da maconha} = 0,025 \times 30 = 0,75 \text{ gramas}$$

$$\text{Quantidade de THC do skank} = 0,175 \times 21,4 = 3,70 \text{ gramas}$$

$$\text{Total de THC na mistura} = 4,45 \text{ gramas}$$

$$\% \text{ de THC na mistura} = (4,45 / 64,3) \times 100 = \mathbf{6,9 \%}$$

## Exemplo Acima da Média

a) Não. De acordo com o texto, o THC apenas combate um dos sintomas da AIDS, que é a perda de peso.

b) fração de maconha:  $1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{5} = \frac{7}{15} X$ , sendo  $X$  a massa total da mistura. Assim,  $\frac{7}{15} X = 30 \Leftrightarrow X \approx 64,28 \text{ gramas}$

A massa total da mistura é de aproximadamente 64,28g.

c) Na mistura há  $\frac{1}{3} \cdot 64,2 = 21,4 \text{ g}$  de skank e 30g de maconha. Então, há  $\frac{17,5}{100} \cdot 21,4 + \frac{2,5}{100} \cdot 30 = \frac{449,5}{100} \text{ g} = 4,495 \text{ g}$  de THC.

Portanto, há aproximadamente 7% de THC em massa na mistura.

$$\frac{4,495}{64,28} \approx 0,07 = 7\%$$

## Exemplo Abaixo da Média

a) Não

b) Sabemos que  $\frac{1}{3}x + \frac{1}{6}y + 30g = \text{Massa total}$   
 para simplificar  
 $\frac{5x}{15} + \frac{3y}{15} + \frac{450}{15} = \text{massa total}$   
 e  $30g = \frac{450}{15}$  de mistura  
 $Y(\text{massa de mistura}) = \frac{3}{15}$   
 $y = \frac{1}{3}g$  ∴ massa total =  $\frac{458}{15} \approx 30,53g$

se  $30g = \frac{450}{15}$  de mistura  
 $x(\text{massa de mistura}) = \frac{5}{15}$   
 $x = \frac{1}{3}g$

c)

se 2,5% da massa de Maconha é THC então em 30g de maconha há 0,75g de THC e se 14,8% da massa de Skunk é THC há 0,444g em 3g de Skunk o que é equivalente a 14,8% da massa.

## Comentários

Essa questão pode ser dividida em duas partes: no item **a** única exigência é uma leitura simples do enunciado da questão, já que o mesmo responde o item. Os itens que se seguem questionam o candidato sobre concentrações, um tema recorrente em outras questões, porém com um tipo de raciocínio diferente dos anteriores. A nota média 2,6 mostra que a questão, como um todo, foi relativamente fácil. Na estatística, a nota que prevalece é 2,0, o que pode ser justificado pelo que se viu na correção da prova: a maioria dos candidatos acertou o item **a** e parte do item **b**. No item **c**, o índice de acertos foi muito pequeno pois a sua resolução dependia do acerto no item anterior. Muitos candidatos mostraram grande dificuldade em equacionar as informações do item **b**, o que é aprendido em matemática no ensino fundamental. Embora o assunto dos itens **b** e **c** esteja contido diretamente na matemática, sua inserção na Química é muito importante.

**9.** Uma mãe levou seu filho ao médico, que diagnosticou uma anemia. Para tratar o problema, foram indicados comprimidos compostos por um sulfato de ferro e vitamina C. O farmacêutico que avistou a receita informou à mãe que a associação das duas substâncias era muito importante, pois a vitamina C evita a conversão do íon ferro a um estado de oxidação mais alto, uma vez que o íon ferro só é absorvido no intestino em seu estado de oxidação mais baixo.

- Escreva a fórmula do sulfato de ferro utilizado no medicamento.
- Escreva o símbolo do íon ferro que não é absorvido no intestino.
- No caso desse medicamento, a vitamina C atua como um oxidante ou como um anti-oxidante? Explique.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)



b) (1 ponto)



c) (2 pontos)

A vitamina C atua como anti-oxidante no medicamento, pois evita que o íon  $\text{Fe}^{2+}$  se oxide para  $\text{Fe}^{3+}$ .

## Exemplo Acima da Média



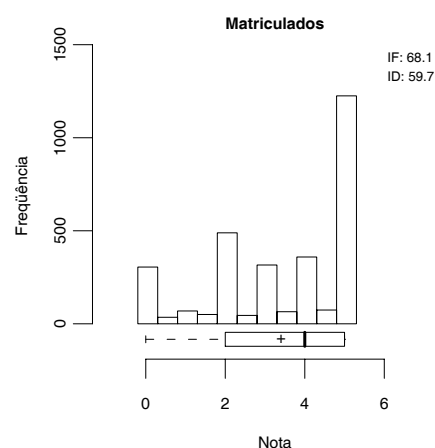
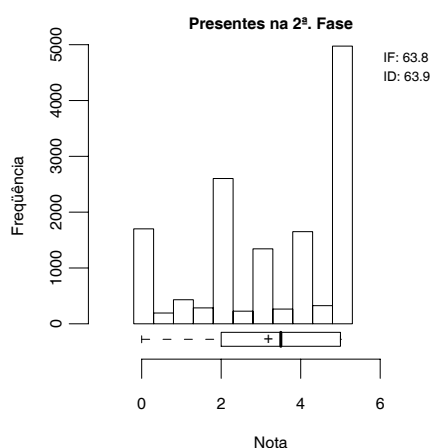
c) A vitamina C atua como um anti-oxidante pois ~~reduz~~ <sup>evita que</sup> o íon  $Fe^{2+}$  vá a  $Fe^{3+}$  impedindo sua oxidação.

## Exemplo Abaixo da Média

c-) a vitamina C atua como um anti-oxidante pois, como o próprio enunciado diz, a vitamina C ~~evita~~ <sup>evita que</sup> o íon ferro se converta a um estado de oxidação mais alto.

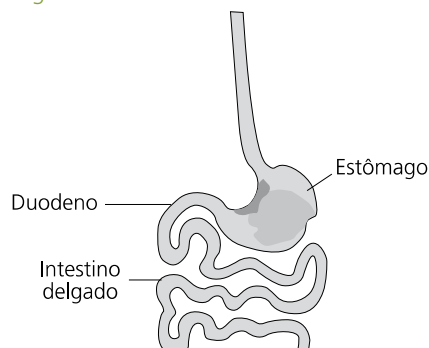
## Comentários

Essa questão trata, novamente, nos itens **a** e **b**, do uso de símbolos em Química, um assunto fundamental na comunicação Química. É importante verificar que o candidato deveria fazer uma leitura da informação: "...em seu estado de oxidação mais baixo", para responder aos itens, o que implicava conhecimento sobre estado de oxidação e sobre o fenômeno da transferência de elétrons. O item **c** explora o conceito de oxidação e redução e a obrigatoriedade do candidato saber que a vitamina C é um redutor natural muito importante para o ser humano. Como a questão 1, essa questão teve a nota média mais elevada (3,2) mostrando que o assunto, envolvendo transferências de carga entre elementos e substâncias está sendo bem explorado no ensino médio. A nota mais frequente nessa questão foi a 5,0. Boa parte dos alunos que acertaram os itens **a** e **c** erraram o item **b**, o fizeram, supomos, por simples distração ou nervosismo. É provável, também, que a negativa que aparece nesse item, tenha contribuído para esse tipo de erro.

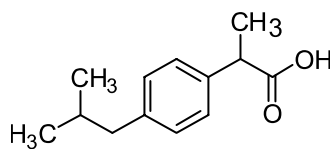




**10.** A figura abaixo esquematiza o sistema digestório humano que desempenha um importante papel na dissolução e absorção de substâncias fundamentais no processo vital. De maneira geral, um medicamento é absorvido quando suas moléculas se encontram na forma neutra. Como se sabe, o pH varia ao longo do sistema digestório.



- a)** Associe as faixas de valores de pH (7,0 - 8,0; 1,0 - 3,0 e 6,0 - 6,5) com as partes do sistema digestório humano indicadas no desenho.
- b)** Calcule a concentração média de  $H^+$  em mol/L no estômago. (Dados:  $\log 2 = 0,30$ ;  $\log 3 = 0,48$ ;  $\log 5 = 0,70$  e  $\log 7 = 0,85$ ).
- c)** Em que parte do sistema digestório a substância representada abaixo será preferencialmente absorvida? Justifique.



Ibuprofen

## Resposta Esperada

**a) (1 ponto)**

estômago – (1,0 – 3,0)

duodeno – (6,0 – 6,5)

intestino – (7,0 – 8,0)

**b) (2 pontos)**

Pode-se obter a faixa de concentração esperada, aplicando-se a definição de pH para a faixa de 1 a 3.

Em  $pH=1$  a concentração é de  $1 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$  e em  $pH=3$  é de  $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ , portanto o valor médio seria de  **$5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$** , aproximadamente.

Optando-se pelo valor médio de pH ( $pH = 2$ ), a concentração calculada seria igual a  **$1 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$** . Observe-se que esse procedimento não é recomendável, pois a escala de pH é logarítmica e não linear.

**c) (2 pontos)**

A substância será absorvida preferencialmente no estômago, já que se trata de um ácido fraco, que estará muito pouco ionizado em baixos valores de pH.

## Exemplo Acima da Média

(a) ~~De acordo com o enunciado que diz ser o ferro) ser ferro com estado de oxidação mais alto ( $Fe^{3+}$ ), o componente a fórmula do sulfato de ferro utilizado é o  $Fe_2(SO_4)_3$~~

(b) ~~o sim)~~

a) O estômago possui pH na faixa 1,0-3,0, o duodeno entre 6,0-6,5 e o intestino delgado entre 7,0-8,0.

b)  $pH = -\log [H^+]$

Se o pH médio é 2, então a concentração de  $H^+$  ( $[H^+]$ ) será igual a  $10^{-2}$ .

c) A substância possui função ácido carboxílico, por isso possui caráter ácido. Assim, só será absorvida no intestino delgado, que possui caráter básico e poderá neutralizar a substância.

## Exemplo Abaixo da Média

a) Estômago - pH de 7 a 8

Duodeno - pH de 6 a 6,5

Intestino delgado - pH de 1 a 3

b) ~~7,5 = -log 7~~  $pH = -\log [H^+]$  R: A concentração média de íons  $H^+$  é  $7^9$  mol/L

$$7,5 = -\log 7$$

$$7,5 \approx \log 7^9$$

c) Ela deveria ser absorvida no estômago pois necessita de meio neutro para fazê-lo.

## Comentários

Essa questão trata de equilíbrio químico ácido-base. O item **a** é parcialmente respondido no enunciado dessa questão e também na seguinte (11). No item **b** pede-se, essencialmente, que o candidato demonstre que sabe o significado de pH, já que os valores foram fornecidos. Embora não seja estritamente correto calcular a concentração de  $H^+$  pelo valor médio de pH, ainda assim a banca aceitou essa resolução. Para o item **c**, o candidato deveria mostrar seu conhecimento sobre equilíbrio ácido-base, associando esse conhecimento com as informações do texto da questão, onde se afirma que "o medicamento é absorvido quando suas moléculas se encontram em sua forma neutra". A nota média 1,5 mostra que os candidatos tiveram dificuldade na questão. Houve prevalência da nota 1,0, porém as notas zero, 2 e 3 também apareceram com boa frequência. Uma análise mais quantitativa durante a correção da prova mostrou que os candidatos tiveram mais dificuldade em

responder ao item **c**. Com muita freqüência, os candidatos escolheram corretamente o lugar onde a substância é mais absorvida mas justificaram de maneira errônea. Também muito freqüente foi escolher o local errado (intestino) justificando que o caráter ácido da substância seria neutralizado pelo meio básico do intestino.

**11.** O excesso de acidez gástrica pode levar à formação de feridas na parede do estômago, conhecidas como úlceras. Vários fatores podem desencadear a úlcera gástrica, tais como a bactéria *Helicobacter pylori*, presente no trato gastrointestinal, o descontrole da bomba de prótons das células do estômago etc. Sais de bismuto podem ser utilizados no tratamento da úlcera gástrica. No estômago, os íons bismuto se ligam aos citratos, levando à formação de um muco protetor da parede estomacal.

**a)** Considerando que no acetato de bismuto há uma relação de 3:1 (ânion:cátion), qual é o estado de oxidação do íon bismuto nesse composto? Mostre.

**b)** Escreva a fórmula do acetato de bismuto.

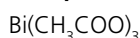
**c)** Sabendo-se que o ácido cítrico tem três carboxilas e que sua fórmula molecular é  $C_6H_8O_7$ , escreva a fórmula do citrato de bismuto formado no estômago.

## Resposta Esperada

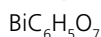
**a) (1 ponto)**

O estado de oxidação do bismuto é 3+ no acetato de bismuto, já que há três acetatos ( $CH_3COO^-$ ) e um bismuto. Como a carga do acetato é 1-, é necessário apenas um íon bismuto (com carga 3+) para neutralizar essas três cargas negativas.

**b) (2 pontos)**

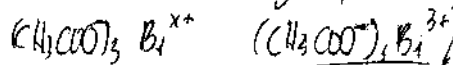


**c) (2 pontos)**



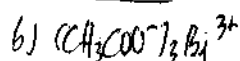
## Exemplo Acima da Média

a) Acetato provém do ácido acético cuja fórmula é  $CH_3COOH$ , e se trata de um monácido. Logo, sua carga é a carga do íon acetato, -1. Como todo sal tem carga neta = 0, o nox do bismuto é +3.



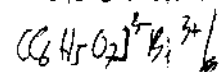
$$3(-1) + x = 0$$

$$x = +3$$

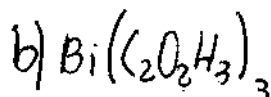
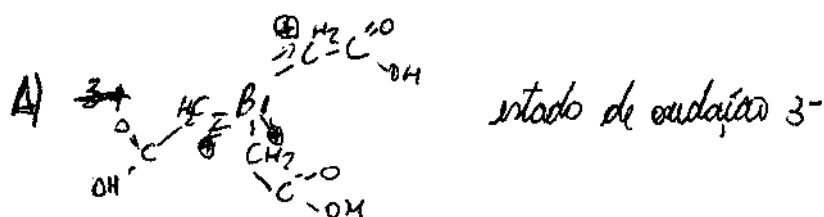


c)  $C_6H_8O_7$  é um triácido, logo, o seu ânion é trivalente com 3 átomos de H a menos em sua fórmula  $\rightarrow (C_6H_5O_7)^{3-}$

O citrato de bismuto tem a seguinte fórmula



## Exemplo Abaixo da Média



c)

## Comentários

Essa questão foi a que apresentou a menor nota média (0,8), de toda a prova. Trata-se de uma questão envolvendo nomenclatura de compostos inorgânicos e um íon muito conhecido dos candidatos, o acetato. Muitos candidatos tiveram dificuldades em escrever corretamente o símbolo do bismuto (não esquecer que na prova é fornecida a Classificação Periódica dos Elementos) e a fórmula do acetato, um íon, que a banca considera, deve ter sua fórmula conhecida. No item **c** trata-se de saber que uma carboxila é um grupamento  $-\text{COOH}$  e que cada uma delas tem um hidrogênio ácido. Repare que, nesse item, o candidato só deveria substituir os três hidrogênios do ácido cítrico por íons bismuto. A chave da questão era o candidato saber que a carga do íon acetato é  $1^-$ . O resto da questão exigia um simples exercício de lógica, associado ao conceito de neutralidade de cargas na formação de um sal.

**12.** Nas questões anteriores, foi mostrado o importante papel que a Química desempenha na saúde; entretanto, erros humanos podem acontecer com graves conseqüências. Em 2003, por exemplo, cerca de vinte pessoas que se submeteram a exame de raios X faleceram pela ingestão de uma suspensão de sulfato de bário mal preparado. Este sal é muito pouco solúvel em água, mesmo em soluções ácidas. O método utilizado para a sua preparação pode ter sido a reação direta entre o carbonato de bário (sal muito pouco solúvel em água) e uma solução de ácido sulfúrico. Esse método não seria o mais indicado para o caso.

**a)** Escreva a equação química da aludida reação de preparação, conforme o texto.

**b)** Supondo que tenham sido utilizados 600 quilogramas de carbonato de bário e excesso de ácido sulfúrico, qual seria a massa de sulfato de bário obtida se o rendimento da reação fosse de 100%?

**c)** Se a síntese do sulfato de bário tivesse ocorrido com rendimento de 100%, o trágico acidente não teria acontecido. Certamente as mortes foram provocadas pela presença de íons bário "livres" no organismo das pessoas. Justifique quimicamente esse fato.

## Resposta Esperada

a) (1 ponto)



b) (2 pontos)

600 kg de carbonato de bário =  $600 \times 10^3$  g

$$600 \times 10^3 \text{ g} / 197 \text{ g mol}^{-1} \cong 3,05 \times 10^3 \text{ mol de BaCO}_3$$

Como a relação estequiométrica é de 1 mol de carbonato de bário para 1 mol de sulfato de bário, seriam obtidos  $3,05 \times 10^3$  mol de  $\text{BaSO}_4$ .



c) Como o carbonato de bário era o agente limitante, alguns íons de  $Ba^{+2}$  ficaram livres e como não são dissolvidos pelo organismo humano e por se tóxico levou a morte daqueles que fizeram sua ingestão.

## Comentários

Essa questão, diferentemente das anteriores, foca um problema ocorrido pela ingestão de um suposto produto farmacêutico mal preparado, um fato que alarmou o país em 2003. Conceitualmente, a questão explora o conceito de estequiometria e o rendimento. A nota média, 1,4 pontos, evidencia que ela foi uma questão difícil. Entretanto há que se considerar que se tratava da última questão e isso pode ter sido um decisivo para essa nota baixa. Dos três itens, o que teve menor número de acertos foi o item c. A maioria dos candidatos que tentou responder a esse item, mas errou, não conseguiu associar a presença de bário livre com a presença de carbonato de bário no produto comercializado. Boa parte desses candidatos tentou justificar esse fato com uma pequena solubilização do sulfato e bário.