

# Caderno de **Questões 2002**



Caderno de Questões 2002



## Vestibular nacional **UNICAMP 2003**

# A Unicamp **Comenta**

**Suas provas**



**UNICAMP**  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
COMISSÃO PERMANENTE PARA OS VESTIBULARES



Grupo Santander Banespa





2ª Fase

Química



UNICAMP

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
COMISSÃO PERMANENTE PARA OS VESTIBULARES

**banespa**

 Grupo Santander Banespa

## Introdução

Nesta prova as questões foram apresentadas no contexto de uma história que narra os acontecimentos de um dia na vida de um casal de detetives, onde se deu destaque às situações que permitiam formular questões de Química.

Este formato adotado tinha por objetivo principal prender a atenção do candidato na prova, estimulando-o à leitura, num processo geral que diminuísse o estresse tão natural num vestibular. Considerando o baixo índice de brancos em todas as questões, acreditamos que este objetivo foi plenamente alcançado.

De modo geral, a prova pode ser considerada relativamente fácil. Na previsão do tempo adequado para a resolução das questões, também levou-se em conta o necessário para uma boa leitura e interpretação do texto. O índice de brancos igual a 6,0%, em média, ao longo das questões, indica que houve tempo suficiente, e estímulo, para a plena leitura da prova.

Como inovação, introduziu-se a continuação da narrativa na página da Comvest na Internet, onde era dada a solução do enigma apresentado na prova.

*A Química está presente em toda atividade humana, mesmo quando não damos a devida atenção a isso...*

*Esta história narra um episódio no qual está envolvido um casal de policiais técnicos, nossos heróis, famosos pela sagacidade, o casal Mitta: Dina Mitta, mais conhecida como "Estrondosa" e Omar Mitta, vulgo "Rango". A narrativa que se segue é ficção. Qualquer semelhança com a realidade é pura coincidência.*

**Os textos em itálico NÃO são essenciais para a resolução das questões.**

## Questão 1

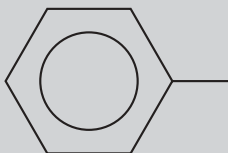
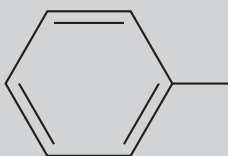
Seis horas da manhã. A noite fora chuvosa. Tremenda tempestade abatera-se sobre a cidade. O telefone toca e Estrondosa atende, sonolenta. É um chamado para averiguarem um incêndio ocorrido numa indústria farmacêutica. Rango abre os olhos preguiçosamente, resmunga e pega um descongestionante nasal, porque acordou resfriado.

– Esse não! – grita Estrondosa. – Já cansei de dizer que esse descongestionante contém fenilpropanolamina, substância proibida por aumentar o risco de derrame! Use o soro fisiológico!

- a)** Escreva a representação química e o nome de uma função orgânica existente na fenilpropanolamina.  
**b)** Escreva o nome químico e a fórmula da substância iônica dissolvida no soro fisiológico.

## Resposta esperada

a)  $-\text{NH}_2$  ou  $-\text{N}-$ , amina  
 $-\text{OH}$ , álcool



fenil ou fenila

**(2 pontos)**

b) Cloreto de sódio, NaCl

**(3 pontos)**

Exemplo acima da média

a) Representação química:  $-NH_2$   
 Nome da função orgânica: amina

b) nome químico: cloreto de sódio  
 fórmula química:  $NaCl$

Exemplo abaixo da média

a) Uma função existente na função amina é a amida, que pode ser representada da seguinte

$-NH_2$   
 na qual o nitrogênio é ligado a um carbono.

b) Soro fisiológico:  $H_2O$  - água oxigenada

Comentários

O item **a** desta questão avalia o conhecimento sobre funções e nomenclatura de compostos orgânicos. Da maneira como a pergunta está formulada, são oferecidas várias opções de resposta ao candidato. Este formato facilitou muito a resolução da questão.

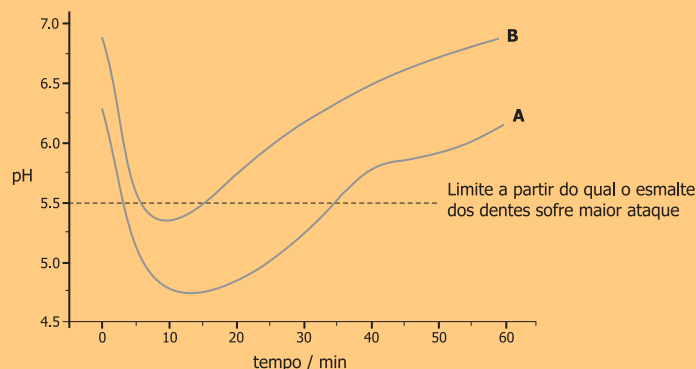
O item **b** também pode ser considerado simples, por avaliar o conhecimento de um produto muito comum, o "soro fisiológico". Trata-se de uma pergunta relacionada com o dia-a-dia do candidato.

Considerando-se a simplicidade da questão, no seu geral, esperava-se uma média relativamente alta, isto é, ao redor de 3. De fato, tal previsão se confirmou. Esta questão apresentou a média mais alta da prova de Química, além de um índice de brancos muito baixo.

Questão 2

Após tomar rapidamente o café da manhã, os dois escovam os dentes. O creme dental que usam contém  $Na_2CO_3$ . Esta escolha deve-se ao fato deles terem visto, numa revista especializada, um artigo que tratava de cáries dentárias. Ali constava um gráfico, abaixo reproduzido, mostrando o pH bucal, logo após uma refeição, para dois grupos de pessoas que não escovaram os dentes. Os Mitta identificaram-se com um dos grupos.

- a) Considerando o creme dental escolhido, com qual dos grupos o casal se identificou? Justifique.
- b) Que outra substância poderia ser usada no creme dental, em lugar de carbonato de sódio? Escreva a fórmula e o nome.



Resposta esperada

- a) O casal se identificou com o grupo A que apresenta um pH muito ácido após as refeições. O  $Na_2CO_3$  reage com ácido fazendo subir o pH (diminuir a acidez).  
**(3 pontos)**
- b) Substâncias que podem aparecer:  $CaCO_3$  carbonato de cálcio,  $K_2CO_3$  carbonato de potássio,  $Ca(HCO_3)_2$  bicarbonato de cálcio,  $NaHCO_3$  bicarbonato de sódio,  $KHCO_3$  bicarbonato de potássio, NaAc ou  $NaC_2H_3O_2$  acetato de sódio, fosfatos ( $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $PO_3^-$ ), etc.  
**(2 pontos)**

## Exemplo acima da média

a) O casal se identificou com o grupo A pois de acordo com o gráfico 1 o grupo que fica mais tempo abaixo do limite que ~~o~~ o esmalte dos dentes sofre ataque (pH abaixo de 5,5), quando há maior concentração de  $H^+$ . O  $Na_2CO_3$  reage com o  $H^+$  diminuindo sua concentração, portanto aumentando o pH:

$$Na_2CO_3(aq) \rightarrow 2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

$$CO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g)$$

b) No lugar do carbonato de sódio poderia ter sido usada outra substância de caráter básico como o bicarbonato de sódio:  $NaHCO_3$

## Exemplo abaixo da média

A) Com o grupo A.  $Na_2CO_3$  tem caráter ácido, e, portanto abaixa o pH ficando assim ~~no~~ abaixo do limite a partir do qual o esmalte dos dentes sofre maior ataque.

B)  $CaCO_3$ , carbonato de cálcio

## Comentários

Nesta questão é feita a avaliação do conceito ácido-base, da capacidade de ler e interpretar um gráfico, do conhecimento de fórmulas químicas simples, do conceito de pH e do bom senso do candidato.

No item **b**, particularmente, dava-se ao candidato a oportunidade de escolher uma substância, dentre muitas, para responder à pergunta. Esperava-se que, além da resposta atender aos quesitos do conceito ácido-base, ela contemplasse o bom senso: a substância não poderia ser prejudicial ao ser humano. Assim, resposta como KCN (cianeto de potássio), que apareceu dentre outras análogas, apesar de atender aos quesitos ácido-base, não pode ser considerada como correta pois esta substância é venenosa: os usuários de um creme dental que a contivesse morreriam.

Esta questão era considerada como de dificuldade média. Esperava-se uma média ao redor de 2, o que se confirmou. Por outro lado, o índice de brancos igual a 1,6 foi o mais baixo da prova.

## Questão 3

Ainda sonolentos, saem em direção ao local da ocorrência e resolvem parar num posto de combustível. – Complete! – diz Rango ao frentista. Assim que o rapaz começa a colocar álcool no tanque, Estrondosa grita: – Pare! Pare! Este carro é a gasolina! – Ainda bem que você percebeu o engano – disse Rango. – Amigo! Complete o tanque com gasolina. O nosso herói procedeu assim porque calculou que, com o volume de álcool anidro colocado no tanque, adicionando a gasolina contendo 20% (volume/volume) de etanol, obteria um combustível com 24% de etanol (volume/volume), igual àquele vendido nos postos até pouco tempo atrás.

- a) Sabendo-se que o volume total do tanque é 50 litros, qual é a quantidade total de álcool, em litros, no tanque agora cheio?
- b) Que volume de etanol anidro o frentista colocou por engano no tanque do carro?

Finalmente, nossos heróis chegam ao local. O guarda noturno da empresa, meio estonteado, estava algemado num canto da sala, detido para averiguações. Estrondosa e Rango cumprimentam a todos e ouvem cuidadosamente os relatos. Uma explosão, seguida de incêndio e de outras explosões, destruiu o almoxarifado onde estava um lote de certo fármaco caríssimo, recém-chegado da matriz. As evidências indicavam que o produto fora trocado e haviam tentado eliminar as provas. O vigia, mesmo alegando inocência, fora detido como possível cúmplice de uma suposta quadrilha.



Resposta esperada

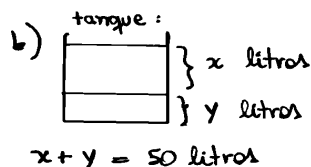
- a)  $50 \times 0,24 = 12$  litros  
(2 pontos)
- b)  $x + (50 - x) \times 0,20 = 12 \} x = 2,5$  litros  
(3 pontos)

Exemplo acima da média

a) O tanque cheio tem 24% de etanol:

$$\frac{24}{100} \cdot 50 = 12L$$

RESPOSTA : 12 litros



de etanol :

$$0,2x + y = 12$$

resolvendo o sistema:

$$\begin{cases} 0,2x + y = 12 \\ x + y = 50 \end{cases}$$

$$0,8x = 38$$

$$x = 47,5 L,$$

$$\text{então } y = 50 - 47,5 = 2,5 L$$

RESPOSTA : 2,5 Litros

Exemplo abaixo da média

a. 50 litros de ~~gasolina~~ <sup>combustível</sup> — 100% combustível  
 $x$  litros de etanol — 24% de etanol  
 $x = \frac{1200}{100} = 12$  litros de etanol

b. Como na gasolina contém 20% de etanol temos, 50 litros  $\times \frac{20}{100} = 10$  litros de etanol e como no total haviam 12 litros de etanol concluímos que o frentista havia colocado 2 litros de etanol.

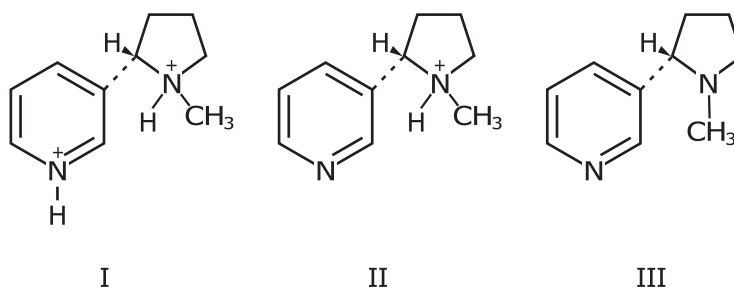
Comentários

Esta questão avalia a capacidade de calcular concentrações de substâncias em soluções. O item **a** é bastante direto e a sua resolução sinaliza o caminho para resolver o item **b**. Este segundo item é um pouco mais difícil pois envolve a necessidade de montar uma equação matemática contemplando o álcool já existente no tanque e o álcool colocado depois. Para alguns candidatos pode ter ficado a impressão de que faltava algum dado. Esperava-se que a questão representasse uma dificuldade média para os candidatos. A nota média obtida igual a 2,43 superou as expectativas da banca. Também o baixo índice de brancos, o segundo mais baixo da prova, e o índice de zeros de apenas 10,6%, indicam que os candidatos se postaram com muita adequação perante o problema.

Questão 4

A sala não era grande e nela havia muitos fumantes. O inspetor, com seu charuto, era o campeão da fumaça. – Quanta nicotina! – pensou Rango. Ele sabia muito bem dos malefícios do cigarro; sabia que as moléculas de nicotina, dependendo do meio em que se encontram, podem se apresentar segundo as formas I, II e III, abaixo representadas, e que sua absorção no organismo é favorecida pela reação delas com uma base, por exemplo, amônia.

- a) A constante de dissociação para o próton ligado ao nitrogênio do anel piridínico (anel maior) é  $K_1 = 1 \times 10^{-3}$ . Para o próton ligado ao nitrogênio do anel pirrolidínico, essa constante é  $K_2 = 1 \times 10^{-8}$ . Qual dos dois nitrogênios é mais básico? Justifique.
- b) Qual das formas, I, II ou III, está presente em maior quantidade em meio amoniacal (bastante amônia)? Justifique.



Resposta esperada

a) O nitrogênio do anel pirrolidínico é o mais básico pois a constante do ácido conjugado é a menor.  
ou

O nitrogênio pirrolidínico é o mais básico pois o  $H^+$  se dissocia menos (constante menor).

(3 pontos)

b) A espécie III, pois a amônia é uma base e reage com os hidrogênios ionizáveis.

(2 pontos)

Exemplo acima da média

a) O próton do anel piridínico tem maior constante de dissociação. Logo, o nitrogênio do anel pirrolidínico é o mais básico porque possui menor tendência para doar próton, que é característico das substâncias ácidas.

b) A amônia tem tendência a receber próton:  

$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$

Logo, em meio amoniacal, a ~~substância~~ forma <sup>o</sup> III está presente em maior quantidade, visto que as formas I e II doam seus prótons à amônia.

Exemplo abaixo da média

a)  $K = \frac{[produto]}{[reagente]} \rightarrow K: [produto]$   
 $pH = -\log [produto]$

$K_1 = 1 \cdot 10^{-3} \rightarrow pH = -\log 10^{-3} \rightarrow pH = 3 \rightarrow \text{ácido}$

$K_2 = 1 \cdot 10^{-8} \rightarrow pH = -\log 10^{-8} \rightarrow pH = 8 \rightarrow \text{básico}$

O nitrogênio do anel pirrolidínico é mais básico

~~Na I, pois o nitrogênio se torna anfótero em presença de amônia.~~

b) Na I, pois o nitrogênio se torna anfótero em presença de amônia. ~~Na I, pois o nitrogênio se torna anfótero em presença de amônia.~~

~~Na I, pois o nitrogênio se torna anfótero em presença de amônia.~~

Comentários

Esta questão avalia o conceito ácido-base de modo amplo, associando-o a equilíbrio químico e a compostos orgânicos.

Embora semelhante à questão 2 anterior, esta apresenta maior dificuldade por apresentar compostos orgânicos e por exigir conhecimento conceitual de constante de dissociação. Esta dificuldade se refletiu na diminuição da média geral e no aumento dos índices de branco e de nota zero. Um erro muito comum na resolução desta questão foi relacionar a constante de dissociação do ácido ao pH, calculando o valor do pH e fornecendo a resposta em função deste valor, deixando de comentar a basicidade dos nitrogênios, como era solicitado no enunciado da questão.

Questão 5

Como o vigia estava sob forte suspeita, nossos heróis resolveram fazer um teste para verificar se ele se encontrava alcoolizado. Para isso usaram um bafômetro e encontraram resultado negativo. Os bafômetros são instrumentos que indicam a quantidade de etanol presente no sangue de um indivíduo, pela análise do ar expelido pelos pulmões. Acima de 35 microgramas ( $7,6 \times 10^{-7}$  mol) de etanol por 100 mL de ar dos pulmões, o indivíduo é considerado embriagado. Os modelos mais recentes de bafômetro fazem uso da reação de oxidação do etanol sobre um eletrodo de platina. A semi-reação de oxidação corresponde à reação do etanol com água, dando ácido acético e liberando prótons. A outra semi-reação é a redução do oxigênio, produzindo água.

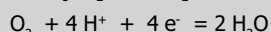
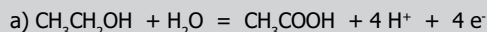
- a) Escreva as equações químicas que representam essas duas semi-reações.
- b) Admitindo 35 microgramas de etanol, qual a corrente  $i$  (em ampères) medida no instrumento, se considerarmos que o tempo de medida (de reação) foi de 29 segundos?

Carga do elétron =  $1,6 \times 10^{-19}$  coulombs;

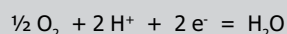
Constante de Avogadro =  $6 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup> ;

$Q = i \times t$  (tempo em segundos e  $Q$  = carga em coulombs).

Resposta esperada



ou

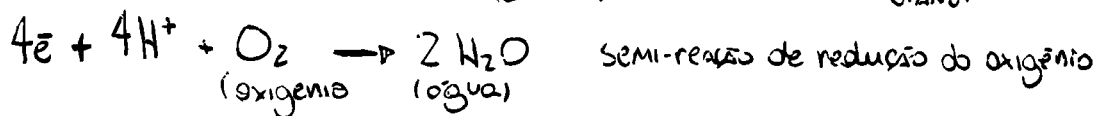
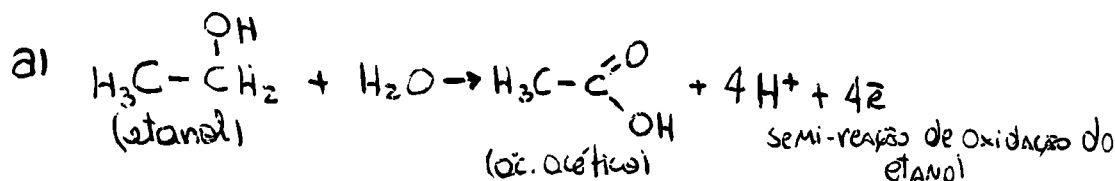


(2 pontos)

b)  $Q = i \times t \} i = Q / t \} i = 4 \times 7,6 \times 10^{-7} \times 6 \times 10^{23} \times 1,6 \cdot 10^{-19} / 29 = 0,010 \text{ A}$

(3 pontos)

Exemplo acima da média



$\text{e}^-$  = elétron.

b) 35 microgramas de etanol =  $7,6 \cdot 10^{-7}$  mol 1 etanol:  $4 \text{e}^- \Rightarrow 4 \cdot 7,6 \cdot 10^{-7}$  mol de e.

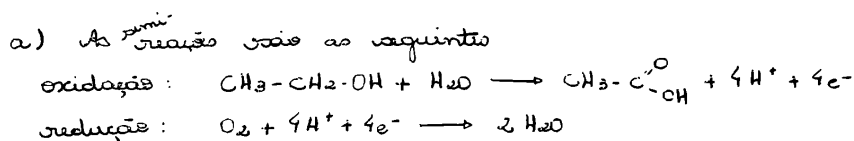
número de partículas de elétrons =  $4 \cdot 7,6 \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot 10^{23}$

Carga total =  $4 \cdot 7,6 \cdot 6 \cdot 10^{16} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$i = \frac{Q}{t} \Rightarrow i = \frac{4 \cdot 7,6 \cdot 6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}}{29} \therefore i = \frac{29,184 \cdot 10^{-2}}{29} \therefore i = 1 \cdot 10^{-2} \text{ A}$



Exemplo abaixo da média



b) 35 µg de etanol correspondem a  $7,6 \times 10^{-7}$  mol de etanol

$|e^-| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  1 mol de etanol  $\xrightarrow{6 \times 10^{23}}$  elétrons

$7,6 \times 10^{-7}$  mol de etanol  $\xrightarrow{x}$

$\Delta t = 29 \text{ s}$

$x = 45,6 \times 10^{16}$  elétrons

$i = \frac{Q}{t} = \frac{45,6 \times 10^{16} \cdot 1,6 \times 10^{-19}}{29} = 2,51 \times 10^{-3} \text{ A}$

~~$i = 2,51 \text{ A}$~~   $i = 2,51 \text{ mA}$

A questão 5 foi, sem dúvida, a mais difícil da prova, apesar de ter sido fornecida, inclusive, a equação necessária para a resolução do problema e de as equações químicas estarem descritas no texto, quase na sua totalidade.

Comentários

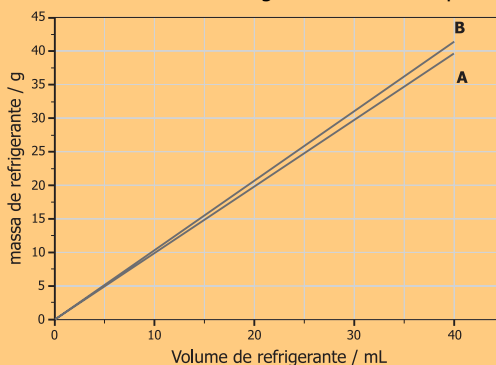
O assunto eletroquímica, por si só, já é suficiente para assustar os candidatos. Além disso, por se solicitar as semi-reações, a dificuldade aumentou. A média desta questão foi a mais baixa da prova, abaixo da expectativa da banca. O índice de zeros foi altíssimo. É interessante salientar, entretanto, que o índice de brancos foi de apenas 8,0%.

O erro mais freqüente encontrado na resolução desta questão foi proveniente do balanceamento errado das semi-reações. A grande maioria dos candidatos desprezou os elétrons envolvidos no processo de oxidação/redução. Isto demonstrou o despreparo dos mesmos em escrever semi-reações, mesmo quando as espécies formadas são fornecidas.

Questão 6

Enquanto estudavam a ficha cadastral do vigia, Estrondosa e Rango resolveram tomar um refrigerante. Numa tina com água e gelo havia garrafinhas plásticas de um mesmo refrigerante "diet" e comum. O refrigerante comum contém sacarose. O "diet" é adoçado com substâncias que podem ser até 500 vezes mais doces do que a sacarose. Sem se preocupar com os rótulos, que haviam se soltado, Rango pegou duas garrafas que estavam bem à tona, desprezando as que estavam mais afundadas na água. Considere que um refrigerante é constituído, essencialmente, de água e de um adoçante, que pode ser sacarose ou outra substância, já que, para um mesmo refrigerante, todos os outros constituintes são mantidos constantes. A figura mostra os dados relativos à massa de refrigerante em função do seu volume. Sabe-se, também, que em 100 mL de refrigerante comum há 13 g de sacarose.

- a) Qual das curvas, A ou B, corresponde ao tipo de refrigerante escolhido por Rango? Justifique.
- b) Calcule a porcentagem em massa de sacarose no refrigerante comum. Explícite como obteve o resultado.



Resposta esperada

- a) A curva A, pois corresponde ao refrigerante menos denso.  
(2 pontos)
- b) Da curva B, por exemplo, 25 mL correspondem a 26 g de refrigerante.  
 $d = 26 / 25 = 1,04 \text{ g / mL}$   
 $104 \text{ g} \rightarrow 13 \text{ g}$   
 $100 \text{ g} \rightarrow x \text{ g} \quad \} x = 12,5 \%$   
(3 pontos)

Exemplo acima da média

a) Rango escolheu um refrigerante da curva A. Ele pegou uma das garrafas a tona, escolheu aquela de menor densidade, ou seja de menor massa dividida pelo volume. Segundo o gráfico o refrigerante A tem densidade de 1g/ml (40g em 40 ml), enquanto o B, mais denso, apresenta cerca de 43g em 40 ml (1,075 g/l)

b) a densidade do refrigerante comum é:  $43 \frac{40}{40} = 1,075 \text{ g/l}$   
 se  $d = \frac{m}{V}$ , em 100 ml temos:  $1,075 = \frac{m}{100}$   $m = 107,5 \text{ g}$

Em 107,5 g — 13g de sacarose  
 em 100g — x

$x = \frac{1300}{107,5}$ , aproximadamente ~~13,00%~~  
 b) 12,1% de sacarose.

Exemplo abaixo da média

a) O refrigerante escolhido por Rango corresponde à curva A, pois ele pegou o refrigerante mais na superfície da água, portanto, mais leve do que os afundados. A curva A se comparada com a B em referência a mesmos volumes de refrigerante mostra massas menores, correspondendo ao refrigerante mais leve.

b) Refrigerante comum → 13g sacarose / 100 ml de refrigerante  
 Segundo o gráfico, considerando as duas curvas e aproximando o valor, 100ml refrigerante — 100g de refrigerante

13g sacarose em 100g de refrigerante.

$100\text{g} - 100\%$   
 $13\text{g} - x$   
 $x = 13\%$

Resp: 13% em massa de sacarose

Comentários

Nesta questão era avaliada a capacidade de associar uma propriedade fundamental, a densidade, com um fenômeno corriqueiro observado visualmente. Também avaliava-se o conhecimento sobre concentração de soluções e a leitura de gráfico. O índice de brancos foi bem baixo, o que já se esperava. O índice de zeros, embora não muito alto, apresentou-se acima do que seria de esperar para uma questão deste tipo, para uma prova de segunda fase.

Questão 7

Que saudades sentiu Rango ao ver a lanterna! Lembrou-se dos tempos de criança quando ia explorar cavernas na sua região natal com seu pai, um espeleologista amador. A lanterna de carbureto funciona pela queima de um gás, que é o mais simples da série dos alcinos (ou alquinos). Esse gás é gerado pela reação entre a água, oriunda de um reservatório superior, que é lentamente gotejada sobre carbeto de cálcio (carbureto),  $\text{CaC}_2$ , na parte inferior. O gás gerado sai por um bico colocado no foco de um refletor, onde é queimado, gerando luz.

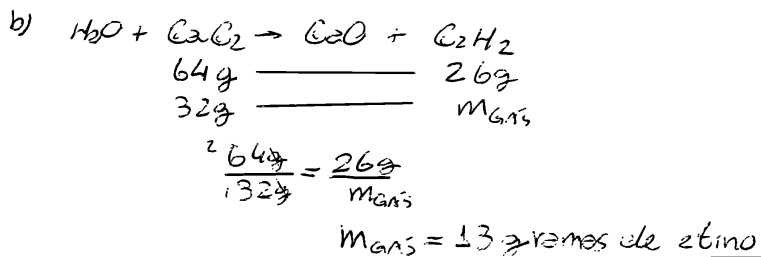
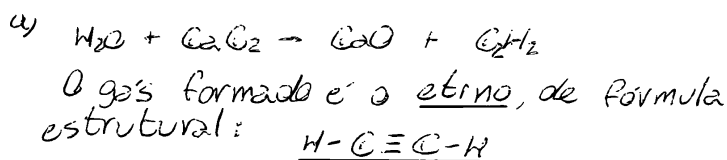
- a) Escreva o nome e a fórmula estrutural do gás formado pela reação entre carbeto de cálcio e água.
- b) Supondo o uso de 32 g de carbeto de cálcio, quantos gramas de gás serão formados?

Resposta esperada

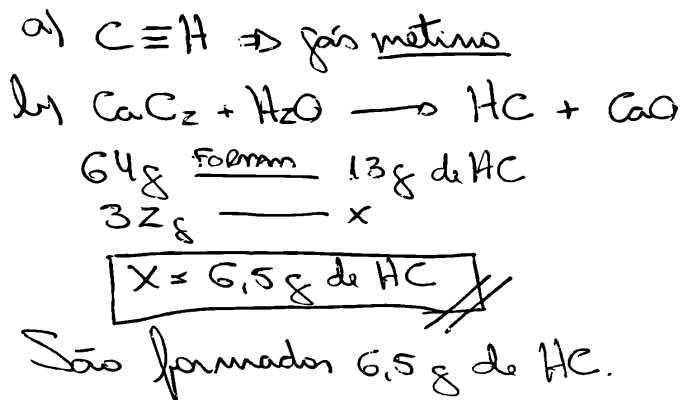
- a) Acetileno ou etino,  $\text{HC} \equiv \text{CH}$   
(2 pontos)
- b) 32 g de carbeto correspondem a 0,5 mol (MM = 64 g/mol)  
 $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} + \text{C}_2\text{H}_2$

Para cada mol de carbeto de cálcio forma-se 1 mol de acetileno. Portanto forma-se 0,5 mol de acetileno.  
 MM acetileno = 26 g/mol } portanto 13 g de acetileno  
 (3 pontos)

## Exemplo acima da média



## Exemplo abaixo da média



## Comentários

Esta questão pode ser considerada clássica, o que se refletiu na alta média obtida, a segunda maior da prova. O texto da questão fornece todas as informações necessárias para escrever a equação química, no item a. O item b refere-se ao cálculo estequiométrico simples, assunto muito tratado no ensino médio.

## Questão 8

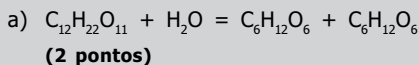
Os nossos heróis estranharam a presença dos dois copos sobre a mesa, indicando que teria passado mais alguém por ali. Além disso, havia leite e, pela ficha cadastral, eles sabiam que o guarda não podia tomá-lo, pois sofria de deficiência de lactase, uma enzima presente no intestino delgado. Portanto, se o guarda tomasse leite, teria diarreia. Na presença de lactase, a lactose, um dissacarídeo, reage com água dando glicose e galactose, monossacarídeos.

a) Complete a equação a seguir, que representa a transformação do dissacarídeo em glicose e galactose:



b) Se, com a finalidade de atender as pessoas deficientes em lactase, principalmente crianças, um leite for tratado com a enzima lactase, ele terá o seu "índice de doçura" aumentado ou diminuído? Justifique. Lembre-se que o "poder edulcorante" é uma propriedade aditiva e que traduz quantas vezes uma substância é mais doce do que o açúcar, considerando-se massas iguais. A lactose apresenta "poder edulcorante" 0,26, a glicose 0,70 e a galactose 0,65.

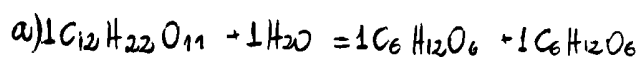
## Resposta esperada



Portanto, o poder edulcorante será aumentado pois o poder da galactose somado ao da glicose é maior do que o da sacarose.

(3 pontos)

Exemplo acima da média



b) De acordo com os coeficientes estequiométricos, 1 mol de lactose (342g) produzirá 1 mol de glicose (180g) e 1 mol de galactose (180g). O poder adulcorante da lactose é de  $42 \times 0,26$ , o que resulta num valor menor que o da glicose e da galactose, juntas [~~180~~  $(180 \times 0,7) + (180 \times 0,65)$ ]. Portanto, o leite ficará mais doce se tratado com lactase.

Exemplo abaixo da média



b) Aumentado, pois o poder adulcorante dos produtos (glicose e galactose) é maior do que a lactose.

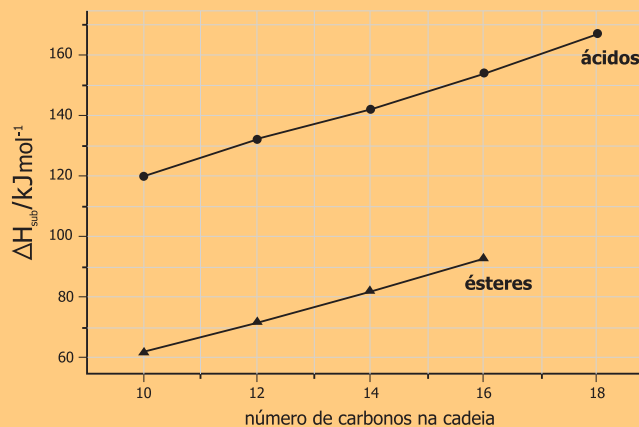
Comentários

Esta questão era considerada, pela banca, como muito simples. O item **a** solicitava que se completasse uma equação química levando em consideração as informações dadas no texto. A facilidade deste item torna surpreendente o índice de zeros relativamente alto, obtido pelos candidatos. O item **b** é relativamente mais difícil. Embora o conceito de aditividade seja fácil, deve-se levar em conta que, para comparação devem ser consideradas massas iguais dos edulcorantes ou deve-se transformar os dados em "poder adulcorante" por mol. A simples comparação dos dados fornecidos não constitui a resposta correta. Assim, esperava-se que este item fosse pouco respondido corretamente. A média obtida, mesmo assim, está um pouco abaixo da esperada.

Questão 9

Examinando os copos com restos de café e de café com leite, Rango observa que apenas o de café apresenta impressões digitais, as quais coincidem com as do guarda. – Estranho! – disse ele. – Este outro copo não apresenta impressões! Talvez alguém usando luvas... – Ou talvez uma criança! – emendou Estrondosa.

A observação de Estrondosa se baseou no fato de que a impressão digital de uma criança é composta principalmente por ácidos graxos (ácidos orgânicos) de cadeia contendo até 13 átomos de carbono, enquanto as dos adultos se compõem, principalmente, de ésteres contendo 32 átomos de carbono. O gráfico a seguir mostra a entalpia de sublimação de ésteres e de ácidos orgânicos em função do número de átomos de carbono na cadeia.



- Considerando o mesmo número de átomos de carbono na molécula, os ácidos apresentam maior entalpia de sublimação. Que tipo de interação entre suas moléculas poderia justificar esse fato? Explique.
- Determine a entalpia de sublimação do éster contendo 32 átomos de carbono, admitindo que as curvas se comportam do mesmo modo para moléculas contendo maior número de átomos de carbono.

## Resposta esperada

- a) Ligações (pontes) hidrogênio. Para a sublimação das moléculas é necessário também romper as ligações de hidrogênio, o que eleva o valor da entalpia de sublimação.

(2 pontos)

- b) Para cada grupo de 6 carbonos a entalpia aumenta 30 kJ / mol.

$$30 \text{ kJ / mol} \rightarrow 6 \text{ carbonos}$$

$$x \rightarrow 16 \text{ carbonos} \quad \} x = 80 \text{ kJ / mol} \} 90 + 80 = 170 \text{ kJ / mol}$$

(3 pontos)

## Exemplo acima da média

a) Isso ocorre porque os ácidos apresentam interação intermolecular do tipo pontes de hidrogênio. Devido a isso, por ser uma interação forte, a entalpia de sublimação é mais alta (precisa-se de mais energia para que essa ligação seja rompida).

- b) Seguindo a partir do gráfico, para um éster com 10 carbonos, sua entalpia é 60 KJ/mol. Assim, com 32 carbonos:  
de 10 a 32 :  $32 - 10 = 22$ , como os pontos são de 2 em 2,  
 $22/2 = 11$  (11 pontos)

Partindo de 60 KJ, 11 pontos acima com intervalo de 10 KJ a cada ponto :  $60 + 10 \cdot 11 = 60 + 110 = 170$  (será um pouco a mais que isso)

Assim, a entalpia de sublimação do éster com 32 carbonos é aproximadamente 170 KJ/mol

## Exemplo abaixo da média

a) O fato se deve à presença de pontes de hidrogênio na molécula dos ácidos, alterando assim, suas propriedades físicas, como por exemplo, aumentando a entalpia de sublimação.

$$b) \Delta H_{\text{sub éster}} = (n_c - 10) \cdot 10 + 60$$

$$\Delta H_{\text{sub}} = 220 + 60$$

$$\Delta H_{\text{sub}} = 280 \text{ KJ/mol}$$

## Comentários

Esta questão envolve uma pergunta conceitual e outra onde é necessário usar os dados fornecidos no gráfico e fazer uma extrapolação. A banca considerava que esta questão apresentaria uma certa dificuldade aos candidatos, principalmente no que se refere ao item b, uma vez que o assunto do item a (ligações ou pontes de hidrogênio) é bastante visto no ensino de grau médio. O índice de zeros e a média obtida estão dentro do esperado originalmente pela banca.

## Questão 10

Observando o local do incêndio, nossos heróis perceberam que aquele não era o lugar ideal para guardar nem medicamentos, nem reagentes destinados ao laboratório de análises da empresa. Apesar disso, o local era considerado o mais seguro e, como também era refrigerado, fora o escolhido. Destruição geral! Como a explosão fora seguida de incêndio e de outras explosões, o teto e as janelas foram destruídos, e a chuva, apesar de ajudar a extinguir o fogo, também causou estragos. Examinando com cuidado o local, Rango observou várias garrafas e garrafões quebrados além de uma estante metálica caída e uma geladeira destruída... Preso aos cacos de um garrafão de 5 litros, pôde ler num rótulo: "Éter etílico". O volume do almotarifado foi estimado em 82 metros cúbicos. – E se o éter de 5 garrafões, contendo 4 kg de éter, cada um, houvesse se evaporado naquela sala?... – perguntou-se Rango.

- a) Considerando o conteúdo de cinco garrafões, qual a pressão parcial aproximada do éter ( $C_4H_{10}O$ ) que evaporou no almotarifado, supondo que ele tivesse se distribuído uniformemente e considerando as propriedades de gás ideal? Constante universal dos gases =  $0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Temperatura =  $27^\circ\text{C}$ .

- b) Se apenas 10 % do vapor de éter tivesse se queimado, qual a energia liberada em joules?

Dado:  $\Delta H = -2530 \text{ kJ mol}^{-1}$  (combustão do éter).

Resposta esperada

- a) MM éter = 74 g/mol                      massa de éter = 5 x 4 = 20 kg ou 20 x 10<sup>3</sup> g  
 $PV = nRT$  }  $P = (20 \times 10^3 / 74) \times 0,082 \times 300 / 82 \times 10^3 = 0,081 \text{ atm}$   
 (2 pontos)
- b) 10% do éter = 270 / 10 = 27 mol  
 -2530 kJ → 1 mol  
 $x \rightarrow 27 \text{ mol}$                       }  $x = 2530 \times 27 = 68310 \text{ kJ/mol}$   
 (3 pontos)

Exemplo acima da média

a)  $V = 82 \text{ m}^3 = 82 \cdot 10^3 \text{ L}$   
 $n = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ g}}{74 \text{ g/mol}} \cong 270 \text{ mols}$   
 $T = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$   
 $PV = nRT$   
 $P = \frac{270 \cdot 0,082 \cdot 300}{82 \cdot 10^3}$   
 $P = 81 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$  → Pressão Parcial

b) 10% de 270 mol = 27 mol  
 $\Delta H = -2530 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 27 \text{ mol} = \boxed{-68310 \text{ kJ}}$   
 ↳ Energia liberada

Exemplo abaixo da média

a) O conteúdo de 5 garrafas apou  
 o volume da sala, ou seja, 82 m<sup>3</sup> ou 82.000 L  
 $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$   
 $P \cdot 82.000 = \frac{20.000}{74} \cdot 0,082 \cdot 300$   
 $P = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^2}{74} = \frac{6}{74} \cong 0,081 \text{ atm}$   
 $n = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} = \frac{5 \times 4 \text{ kg}}{74 \text{ g}} = \frac{20.000}{74}$   
 $T = 273 + 27$

b) Se apenas 10% de éter tivesse sido queimado,  
 teria sido queimado apenas 27 mol de éter  
 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$   
 $\frac{20.000 \text{ g}}{74 \text{ g}} = x$   
 $x = -2530 \text{ J}$   
 Res: A energia liberada seria -2530 J.

Comentários

Nesta questão avaliava-se o conhecimento sobre pressão dos gases (item a) e um pouco de termoquímica (item b). A maior dificuldade consistia em identificar e trabalhar adequadamente os dados importantes para a solução do problema. O desempenho dos candidatos apresentou-se dentro das previsões.

Questão 11

O fármaco havia sido destruído pela explosão e pelo fogo. O que, porventura, tivesse sobrado, a chuva levaria embora. Para averiguar a possível troca do produto, Estrondosa pegou vários pedaços dos restos das embalagens que continham o fármaco. Eram sacos de alumínio revestidos, internamente, por uma película de polímero. Ela notou que algumas amostras eram bastante flexíveis, outras, nem tanto. No laboratório da empresa, colocou os diversos pedaços em diferentes frascos, adicionou uma dada solução, contendo um reagente, e esperou a dissolução do metal; quando isso ocorreu, houve evolução de um gás. Com a dissolução do alumínio, o filme de plástico se soltou, permitindo a Estrondosa fazer testes de identificação. Ela tinha a informação de que esse polímero devia ser polipropileno, que



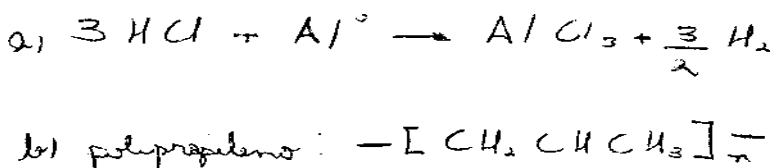
queima com gotejamento e produz uma fumaça branca. Além do polipropileno, encontrou poliestireno, que queima com produção de fumaça preta. Tudo isso reforçava a idéia da troca do fármaco, ou de uma parte dele, ao menos, incriminando o vigia.

- a) Escreva a equação que representa a reação de dissolução do alumínio, admitindo um possível reagente utilizado por Estrondosa.
- b) Pode-se dizer que a diferença entre o poliestireno e o polipropileno, na fórmula geral, está na substituição do anel aromático por um radical metila. Se o poliestireno pode ser representado por  $-\text{[CH}_2\text{CH(C}_6\text{H}_5\text{)]}_n-$ , qual é a representação do polipropileno?

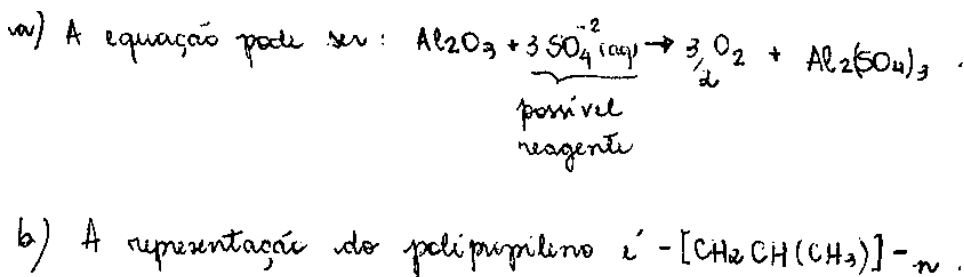
Resposta esperada

- a)  $\text{Al} + 3 \text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3/2 \text{H}_2$   
ou  
 $\text{Al} + 3 \text{OH}^- + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Al(OH)}_3 + 3/2 \text{H}_2$   
(3 pontos)
- b)  $-\text{[CH}_2\text{CH(CH}_3\text{)]}_n-$   
(2 pontos)

Exemplo acima da média



Exemplo abaixo da média



Comentários

Para a resolução do item **a** desta questão, bastava escrever a reação de um metal (alumínio) com ácido, em solução aquosa. No item **b**, o candidato devia representar a fórmula do polipropileno, levando em conta a representação do poliestireno fornecida no texto. Pela simplicidade da questão, o desempenho apresentado pelos candidatos ficou abaixo do esperado e parte disto pode ser atribuído ao fato de muitos candidatos terem se confundido na representação do radical metila.

Questão 12

Diante dos resultados dos testes feitos por Estrondosa, Rango resolveu falar novamente com o vigia e pediu-lhe para esvaziar os bolsos. Entre outras coisas, havia um pequeno envelope plástico, contendo um misterioso pó branco. – Que pó é esse? – perguntou Rango.

– É óxido de ferro que o técnico do laboratório me deu para adicionar ao leite do meu gato que estava anêmico. – respondeu o vigia.

– Óxido de ferro?! – exclamou Estrondosa. – Este pó branquinho?! Nem na China!

Diante da explicação, Rango resolveu que iria examinar o pó no laboratório, mais tarde.

- a)** Por que, só de ver o pó, Estrondosa pôde ter certeza de que não se tratava de óxido de ferro?
- b)** O óxido de ferro ingerido dissolve-se no estômago, devido ao baixo pH. Escreva a equação química que representa a dissolução do óxido de ferro III no estômago.

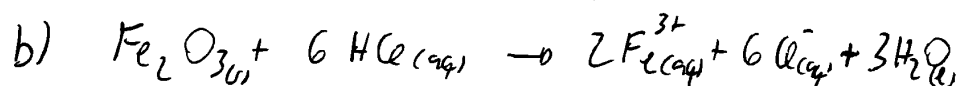
*Será que nossos heróis vão resolver o problema? Veja a solução do mistério, a partir das 18:00 h do dia 14/01/2002, na página da Comvest : <http://www.convest.unicamp.br>*

## Resposta esperada

- a) Porque as cores dos óxidos de ferro variam do vermelho (marrom) ao preto.  
ou  
Óxido de ferro é ferrugem e esta é de cor marrom escura.  
(2 pontos)
- b)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{H}^+ = 2 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O}$   
(3 pontos)

## Exemplo acima da média

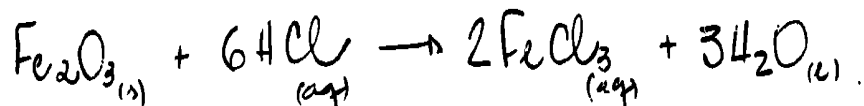
a) Pois óxido de ferro não tem cor branco, mas sim, alaranjada.



## Exemplo abaixo da média

a) Toda estrutura relativamente de organização simples, como o óxido de ferro, que apresenta na sua formulação átomos de espécies metálica tem por característica serem brilhantes, com uma consistência um pouco rígida por serem de cadeia cristalina e formado por ligação iônica, o que não é o caso do pó branco apresentado pelo rígido que não apresenta as características.

b) Dissolução do óxido de ferro III no estômago (em presença de HCl)



## Comentários

O item **a** desta questão testava o bom senso e o conhecimento do cotidiano. Óxido de ferro é a ferrugem, cuja cor está entre o "marrom alaranjado e o preto". No item **b**, a equação solicitada é muito comum, ou seja, a dissolução de um óxido na presença de ácido em solução aquosa. O desempenho obtido foi bem abaixo do esperado, pois muitos candidatos não citaram a cor do óxido de ferro, limitando-se apenas em dizer que ele não é branco.

## SOLUÇÃO DO ENIGMA

Examinadas todas as evidências, nossos heróis reuniram os donos da empresa, a imprensa e a polícia para anunciar o resultado de suas investigações. Na expectativa do momento, coube a Estrondosa, com a sua voz penetrante, anunciar a conclusão das investigações:

- Não houve crime algum...
- OOHH...!
- Como não?! – disseram todos.
- Não houve crime – reafirmou Rango. – O vigia não é culpado e não há quadrilha...

Todos estavam meio desenxabidos e decepcionados quando Estrondosa, colocando uma bolsa sobre a mesa, completou:

- Senhores! Apresento-lhes o personagem central desta história!

Olhos arregalados, bocas abertas pela surpresa, todos fitaram a bolsa entreaberta. Lentamente, surgiu a cabeça de um bonito gato preto, com uma mancha branca na testa... Miaaaaaou!!!!

– Calma – disse Rango –, podemos explicar. – No início da tempestade que se abateu sobre a cidade, à noite, houve a queda de um raio. Esse raio derrubou o poste onde se localiza o transformador que fornece energia para a empresa. Com a falta de eletricidade, o vigia resolveu dar uma olhada pela fábrica e acabou entrando no almoxarifado. Atrás dele foi seu gato Miau. Saindo do almoxarifado, dirigiu-se para sua sala onde acendeu a velha lanterna de carbureto, pois a lanterna de pilhas que costumava usar estava ficando com pouca carga. Com o passar das horas, ficou sonolento e resolveu fazer um café forte para se manter acordado. Vendo a manipulação na pia e no fogão, o gato começou a miar e então recebeu um pouco de leite num pires. Ali estava, também, o filho do vigia de nove anos e o pai lhe serviu café com leite. Quando o vigia, finalmente, começava a saborear o seu café, foi restabelecida a energia. As luzes se acenderam e uma forte explosão abalou o prédio. Ele levantou-se rapidamente, muito assustado, derrubando a cadeira, para ver o que havia acontecido. Antes, porém, mandou o filho embora, pois sabia da irregularidade de trazê-lo para o trabalho.

- Como aconteceu a explosão? – perguntaram.

– Eu disse que, ao entrar no almoxarifado, o Sr. Inocêncio Alib B. Perfecto foi seguido por seu gato. Mas, ao sair, não percebeu que Miau ficara para trás. Por ser a porta do almoxarifado de fechamento automático e lento, o gato pôde sair correndo, não sem antes derrubar uma prateleira metálica. Quebraram-se vários garraões de éter, além de garrafas e frascos contendo outras substâncias. O vigia, já afastado, não ouviu o barulho devido aos trovões. No almoxarifado, a temperatura se elevou gradualmente e o éter evaporou-se tomando conta de todo o ambiente. Passaram-se cerca de seis horas. Com a volta da energia e com o acionamento do aparelho de ar condicionado e da geladeira, houve a formação de faísca, que provocou a súbita reação do éter com o oxigênio do ar. Isto resultou na primeira explosão observada.

– Mas, e a diferença nas embalagens? – perguntou um dos presentes. – Isto não indicaria uma troca de, pelo menos, parte dos fármacos?

– Não! – respondeu Rango. – Verificamos documentos e encontramos a informação de que o fornecedor das embalagens trocou o filme de polímero. No caso, houve mistura de um lote de embalagem mais antigo com outro mais recente.

- Mas, e os dois copos, um com e o outro sem impressões digitais? – perguntou alguém.

– Bem!... – respondeu Rango – o copo que não apresentou impressões digitais foi aquele que continha café com leite, usado pelo filho do Sr. Inocêncio. Uma criança de nove anos libera, na pele, pequenas quantidades de ácidos graxos; assim, é muito mais fácil a sublimação das impressões digitais de uma criança do que sublimação das de um adulto. Considerando, ainda, o calor fornecido pelo café com leite, e o tempo que se passou, fica explicado por que não havia impressões no copo.

- E o pó branco? – diz alguém timidamente.

– Pela nossa análise, esclareceu Estrondosa, trata-se de trembolona, um esteróide muito usado para o aumento da massa muscular. O técnico do laboratório alega que deu o pacote com a substância por engano, ao vigia, pensando dar o óxido de ferro.

– Senhores, o caso está resolvido! – disse Estrondosa. – Contudo, queremos ainda recomendar que, ao reconstruírem o almoxarifado, o façam de acordo com as regras de segurança, o que não acontecia com o anterior.