

2ª Fase - Química

Introdução

A prova de Química abordou, majoritariamente, questões relacionadas com o agronegócio. Das seis questões, quatro giravam em torno desse tema. A prova manteve um roteiro baseado em CTSA (Ciência, Tecnologia, Saúde e Ambiente), como vem acontecendo há certo tempo, destacando assuntos de relevância para a cidadania. Essa preocupação deve-se à crença da Banca Elaboradora de que a formação de um cidadão é um dos papéis mais importantes da escola básica. Levando em conta que o vestibular pode influenciar positivamente o ensino fundamental e médio, a Banca acredita que é seu papel, além de promover um vestibular eficiente, fornecer material didático que contribua para a escola básica. Assim, assuntos que aparentemente têm um foco em “Química”, muitas vezes vêm recheados com informações relevantes para um trabalho em sala de aula. Devido a restrições, inerentes à prova do vestibular, muitas vezes essas informações aparecem de forma parcial. Assim, a questão 13, que trata de processos de dissolução e diluição, evidencia um problema sério de saúde relativo ao consumo expressivo do arroz. Não é o caso do Brasil que, embora conviva com um largo consumo desse cereal, não registra concentrações elevadas de metais pesados como arsênio e chumbo. Entretanto, como parte do arroz que consumimos é produto de importação, é importante que o cidadão conheça o assunto. A questão afirma que **“Dependendo de alguns fatores, como o local de produção ou o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, o arroz pode conter pequenas quantidades de arsênio, cádmio, chumbo”**. Essa parte do texto poderia ser suprimida, mas deixaríamos de dar uma informação relevante para a sala de aula. Um ambiente contaminado com metais pesados, como os casos citados no texto, poderia, por exemplo, ser descontaminado pelo cultivo de alguma planta, como o arroz. A que isso poderia levar aqui no Brasil? A questão 14 trata de um problema de saúde pública que afeta o mundo todo: a gripe causada pelo vírus H1N1. O álcool hidratado é um dos produtos utilizados na higiene das mãos em diversos ambientes. Quantas pessoas deixam de utilizar esse produto em visitas a parentes em leitos hospitalares? Quantos produtos comerciais contendo álcool a 50% são comercializados com rótulos indicando que são 99,999% eficientes no combate a microrganismos, sendo isso verdadeiro apenas se houver um contato mínimo de 5 minutos com o produto? O cidadão logo percebe que seria necessário manter as mãos durante 5 minutos mergulhadas nesse produto e perguntaria se isso seria prático. Nas questões 15 e 16 discutiram-se fontes de energia alternativas de grande importância atualmente. Uma delas apresentou um combustível alternativo que pode ser preparado a partir de hidrogênio e CO₂, o primeiro obtido da hidrólise da água e fontes de energia alternativas como eólica ou solar. A partir disso foi possível explorar algumas propriedades de substâncias e conceitos de equilíbrio químico. A questão seguinte também explorou algo em torno do gás hidrogênio, porém em outro contexto e abordando outros conteúdos. Ela apresentou a formação de gás hidrogênio a partir da fermentação de glicose efetuada por um microrganismo. Vale salientar que a questão anterior menciona o gás hidrogênio como substrato para a produção de outro combustível alternativo, e sua produção se dá por meio de fontes de energia alternativas. Já nesta questão 15, mostra-se que o hidrogênio pode ser produzido por outra tecnologia, enfatizando assim a versatilidade que encontramos na química, envolvendo temas que proporcionam um grande desenvolvimento tecnológico para a sociedade. Isso pode estimular que estes assuntos sejam levados para dentro da sala de aula. Outros temas que também foram abordados foram: o uso de fertilizantes e a fixação de nitrogênio pelas plantas e como essas espécies influenciam as características físico-químicas do solo na questão 17 e a influência dos modos alimentares na produção de gases do efeito estufa na questão 18. Essa questão 18 trata da produção de CO₂ na atividade agropecuária e no consumo de carne, e, em si, é um exemplo de questão ortodoxa, no sentido da sua formulação, embora use argumentos e informações numa linguagem própria da Ciência. Logo de início, a questão informa: **“A derrubada de florestas para mineração causa indignação em muitos cidadãos preocupados com a proteção ambiental. Contudo, não se observa o mesmo nível de preocupação em relação à atividade pecuária. A produção de carne é também responsável pelo desmatamento e por cerca de 18% da emissão de gases do efeito estufa”**. Em uma formulação tradicional, poder-se-ia suprimir essa informação, já que ela é irrelevante na resolução da questão. No entanto, o Brasil em 2017 se viu frente ao problema da exploração comercial da região do RENCA, reserva localizada na Amazônia. Houve reações em todo país e com isso o governo recuou. Ao mesmo tempo, muitas outras áreas de mata são transformadas em pasto para a criação de gado, carro chefe do agronegócio brasileiro. Embora uma parte da sociedade conheça os problemas gerados por essa atividade, esse não é um assunto muito comentado nas escolas. Além disso, estamos em plena propaganda positiva do agronegócio brasileiro na grande mídia. Mas a propaganda não mostra esses outros aspectos. A banca acredita que esses pequenos alertas podem ajudar na formação do cidadão consciente. É papel dos professores e dos materiais didáticos contribuir para a formação do cidadão, mostrando os prós e contras em qualquer atividade humana. Por fim, vale lembrar que quando a Banca fornece alguma informação sobre drogas, álcool ou anabolizantes, ela acredita estar contribuindo para a educação básica.

2ª Fase - Química

Questão 13

O Brasil é o maior produtor não asiático de arroz. Em 2015, importou cerca de 370 mil toneladas do produto e exportou 960 mil. Esse cereal é uma importante fonte de nutrientes para bilhões de pessoas, fornecendo 15% das necessidades diárias de proteína de um adulto. O arroz é também importante fonte de minerais como cálcio, fósforo, potássio e, em menor quantidade, ferro, manganês e zinco. Dependendo de alguns fatores, como o local de produção ou o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, o arroz pode conter pequenas quantidades de arsênio, cádmio, chumbo, entre outros elementos.

- a) Um estudo comparou três modos diferentes de cozinhar o arroz para verificar como a forma de preparo pode modificar a quantidade de minerais no cereal cozido.
1. O arroz foi cozido na proporção de cinco partes de água para uma parte de arroz. O excesso de água foi drenado após o cozimento.
 2. O arroz foi embebido em água durante a noite, a água foi drenada e o arroz foi lavado até a água clarear. Drenou-se a água, e o arroz foi cozido na proporção de cinco partes de água para uma parte de arroz. O excesso de água foi drenado após o cozimento.
 3. O arroz foi cozido na proporção de duas partes de água para uma de arroz. O excesso de água evaporou durante o processo de cozimento.

Do ponto de vista químico, qual tipo de cozimento deve ter levado à menor presença de minerais no arroz cozido: 1, 2 ou 3? Justifique sua resposta.

- b) Em outro estudo, determinaram-se as concentrações totais de arsênio, cádmio e chumbo, em diferentes tipos comerciais de arroz (polido, integral e parboilizado) provenientes de várias regiões brasileiras, visando à promoção da saúde pública. Explique de que forma esse estudo estaria promovendo a saúde pública ao se preocupar com a presença desses elementos químicos e suas concentrações em diferentes tipos comerciais de arroz.

Objetivo da Questão

Essa questão evidencia um problema sério de saúde relativo ao consumo do arroz. Não é o caso do Brasil que, embora conviva com um largo consumo desse cereal, não mostra concentrações elevadas de metais pesados. Entretanto, como parte do arroz que consumimos é produto de importação, é importante que o cidadão conheça. Na questão informa-se que: “Dependendo de alguns fatores, como o local de produção ou o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, o arroz pode conter pequenas quantidades de arsênio, cádmio, chumbo”. Essa parte do texto poderia ser suprimida, mas deixaríamos de dar uma informação relevante para a sala de aula. Um ambiente contaminado com metais pesados, como os casos citados no texto, poderia, por exemplo, ser descontaminado com o cultivo de alguma planta, como o arroz. Na letra **a**, o candidato deveria analisar as três maneiras de se preparar o arroz e decidir qual deles leva a uma menor quantidade de sais minerais no alimento preparado. Aqui o candidato lançaria mão dos seus conhecimentos sobre soluções em geral, solubilidade de sais, processos de dissolução, diluição e concentração. Na letra **b**, esperava-se que o candidato apontasse que os elementos citados são metais pesados e, portanto, tóxicos. Deste modo, ao se preocupar com a presença desses metais e suas concentrações, o candidato deveria concluir que o estudo estaria de fato se preocupando com a promoção da saúde pública. A população, ao ser informada sobre uma possível contaminação do arroz, poderia escolher qual arroz consumir. A letra **b** dessa questão exigia conhecimentos sobre elementos químicos e suas propriedades.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

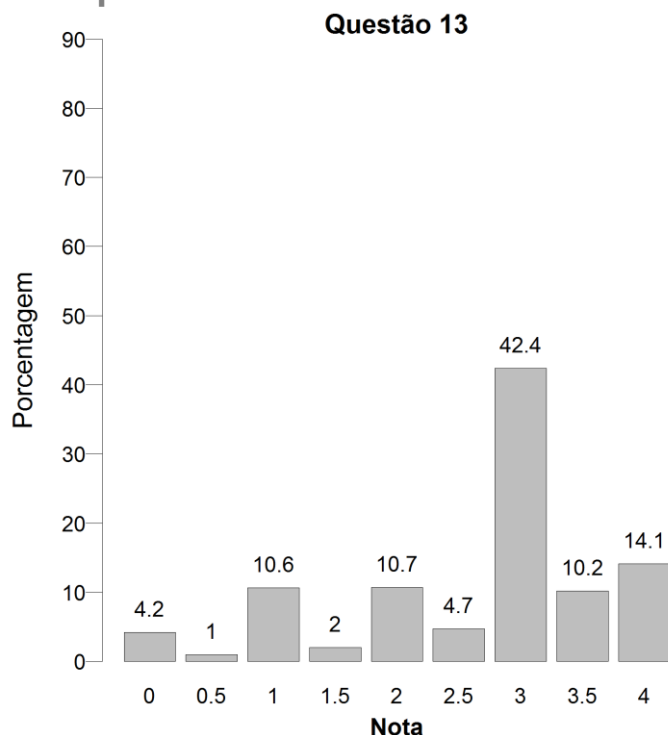
O cozimento de tipo 2 levou a uma menor presença de minerais. Nesse cozimento, utilizou-se uma maior quantidade de água, o que implica maior solubilização dos minerais presentes. Antes do cozimento, o arroz foi colocado de molho e a água descartada; em seguida, o arroz foi lavado até a água clarear. Esses dois processos excedentes removeram boa parte dos minerais presentes no arroz.

2ª Fase - Química

b) (2 pontos)

Esse estudo estaria promovendo a saúde pública, pois os elementos químicos citados são metais pesados prejudiciais à saúde humana, que podem se acumular no organismo. Assim, detectar a presença desses elementos e suas concentrações possibilitaria a escolha correta do tipo de arroz a ser consumido pela população.

Desempenho dos candidatos



Comentários Gerais

A questão 13 era uma das mais acessíveis aos candidatos de forma geral, exigindo uma análise dos dados apresentados no enunciado. Essa questão foi considerada fácil pela Banca Elaboradora e pelo revisor de área, sendo classificada como uma boa questão pela análise estatística, com índice de facilidade geral de 0,67 e índice de discriminação de 0,33. Antecipando esse resultado, essa questão foi escolhida para iniciar a prova. Aproximadamente 42% dos candidatos fizeram 3,0 pontos de um total de 4,0 pontos possíveis, desempenho já esperado, uma vez que a questão envolvia assuntos do cotidiano. Ela versava sobre modos diferentes de se preparar arroz, um dos alimentos mais comuns na dieta do brasileiro, e pedia para que o candidato apontasse na letra **a** qual modo levaria a uma menor presença de minerais. Bastava perceber que o procedimento que usava mais água e tinha mais etapas de lavagem e drenagem da água excedente resultaria em menor concentração de minerais, os quais seriam perdidos devido a sua solubilidade em água. A maioria dos candidatos não apresentou dificuldade nessa questão, e os erros podem ser relacionados com alguma dificuldade para a interpretação do enunciado por uma pequena parcela dos candidatos. Na letra **b**, mencionou-se um estudo em que se determinaram as concentrações totais de arsênio, cádmio e chumbo, em diferentes tipos comerciais de arroz, visando à promoção da saúde pública. A maioria dos candidatos fez a associação correta entre o fato desses elementos serem metais pesados, nocivos ao ser humano, e a importância de se saber se eles estão presentes no arroz e em qual concentração. Por outro lado, um número significativo de candidatos apontou que esses elementos eram radioativos, o que não está correto e causou surpresa na Banca.

2ª Fase - Química

Questão 14

Uma das formas de se prevenir a transmissão do vírus H1N1, causador da gripe suína, é usar álcool 70% para higienizar as mãos. É comum observar pessoas portando álcool gel na bolsa ou encontrá-lo em ambientes públicos, como restaurantes, consultórios médicos e hospitais. O álcool 70% também possui ação germicida contra diversas bactérias patogênicas. A tabela abaixo mostra a ação germicida de misturas álcool/água em diferentes proporções contra o *Streptococcus pyogenes*, em função do tempo de contato.

Concentração do Etanol (%)	Tempo (segundos)				
	10	20	30	40	50
100	-	-	-	-	-
90	+	+	+	+	+
80	+	+	+	+	+
70	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+
50	-	-	+	+	+
40	-	-	-	-	-

- ausência de ação germicida (crescimento bacteriano).
+ ação germicida (ausência de crescimento bacteriano).

- a) Recomenda-se descartar uma garrafa com álcool 70% deixada aberta por um longo período, mesmo que ela esteja dentro do prazo de validade. Justifique essa recomendação levando em conta os dados da tabela ao lado e considerando o que pode acontecer à solução, do ponto de vista químico.
- b) Além da higienização com álcool 70%, também estamos acostumados a utilizar água e sabão. Ambos os procedimentos apresentam vantagens e desvantagens. As desvantagens seriam a desidratação ou a remoção de gorduras protetoras da pele. Correlacione cada procedimento de higienização com as desvantagens citadas. Explique a sua resposta explicitando as possíveis interações químicas envolvidas em cada caso.

(Adaptado de G. H. Talbot e outros, 70% alcohol disinfection of transducer heads: experimental trials. *Infect. Control*, v. 6, n. 6, p. 237-239, jun. 1985.)

Objetivo da Questão

A questão 14 abordou um problema de saúde pública que afeta o mundo todo: a gripe causada pelo vírus H1N1. O álcool hidratado é um dos produtos utilizados na higiene das mãos em diversos ambientes. Quantas pessoas deixam de utilizar esse produto quando estão em visitas a parentes em leitos hospitalares? Quantos produtos comerciais contendo álcool a 50% são comercializados com rótulos indicando que são produtos 99,999% eficientes no combate a microrganismos, que só é verdadeiro se houver um contato mínimo de 5 minutos com o produto. O cidadão consciente logo percebe que seria necessário manter as mãos durante 5 minutos mergulhadas nesse produto e perguntaria se isso seria prático. A questão tinha por objetivo chamar a atenção dos candidatos para as formas de se prevenir doenças causadas por vírus e bactérias patogênicos. A letra **a** pedia que o candidato apresentasse uma justificativa para a recomendação apresentada: descartar uma garrafa de álcool 70% que ficou aberta por muito tempo. O candidato deveria formular a sua resposta levando em conta os dados apresentados na tabela e criar uma hipótese com base em seus conhecimentos químicos sobre evaporação, volatilidade das substâncias envolvidas, pressão de vapor, ponto de ebulição e concentração. Na letra **b**, o candidato deveria correlacionar as desvantagens mencionadas com cada modo de higienização das mãos e, em seguida, justificar suas escolhas levando em conta as interações intermoleculares envolvidas em cada caso. O tema dessa questão poderia ser explorado em conjunto com professores de Biologia no ensino médio, abordando, por exemplo, como o álcool gel atua matando vírus e bactérias.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

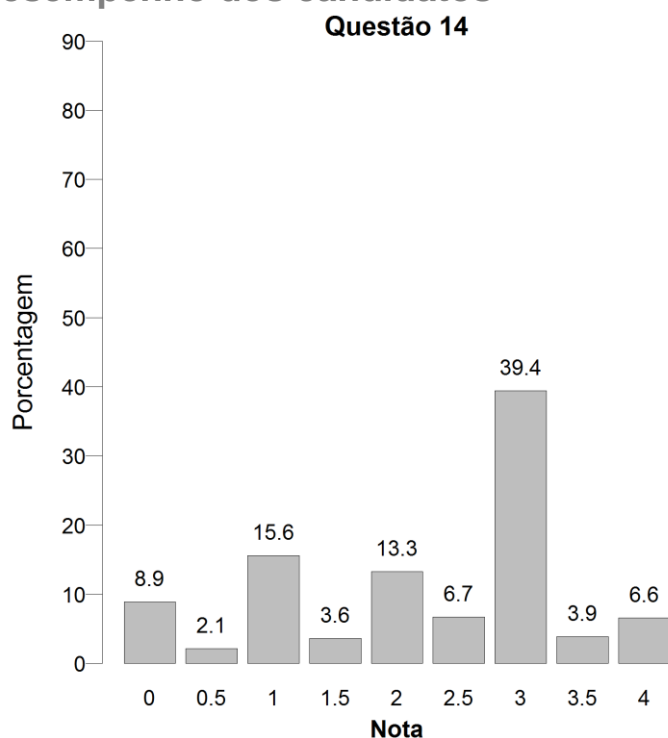
Quando uma garrafa com álcool 70% é deixada aberta, ocorre a evaporação dos componentes da solução. O etanol, sendo mais volátil que a água, tende a evaporar em maior intensidade, e assim, a solução vai tornando-se menos concentrada em etanol. De acordo com a tabela apresentada, soluções mais diluídas exibem uma diminuição na ação germicida. Uma solução 40%, por exemplo, não apresenta qualquer ação germicida, como mostra a tabela. Deste modo, se a garrafa ficou aberta por um longo período de tempo, deve ser descartada por não apresentar mais ação germicida.

2ª Fase - Química

b) (2 pontos)

A desidratação da pele pode ocorrer devido à higienização com álcool 70% e a remoção das gorduras devido à lavagem com água e sabão. No caso da desidratação da pele, as moléculas de etanol fazem ligações de hidrogênio com as moléculas de água da pele e as arrastam na evaporação. No caso da remoção das gorduras, a molécula do sabão possui uma região apolar, que interage com a gordura por interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido, e uma região polar que interage com a água por interações dipolo-dipolo, resultando na remoção da gordura.

Desempenho dos candidatos



Comentários Gerais

A questão 14 tratou de outro assunto do cotidiano, o uso de álcool gel (ou álcool 70%) e de água e sabão para a higienização das mãos, para evitar a contaminação por vírus e bactérias causadores de doenças, como H1N1. Na letra **a** perguntou-se sobre uma recomendação de descartar uma garrafa com álcool 70% deixada aberta por um longo período. Bastava o candidato analisar a tabela e verificar que em concentrações baixas de etanol a solução perdia sua ação germicida. Muitos conseguiram efetuar essa análise relativamente óbvia, mas nem todos a justificaram corretamente em função da maior volatilidade do etanol. Cerca de 40% dos candidatos fez 3,0 pontos de um total de 4,0 pontos possíveis e, na maioria dos casos, dois pontos vieram da letra **a**. A Banca Elaboradora esperava que boa parte dos candidatos acertasse essa questão pois as propriedades das substâncias envolvidas, água e etanol, são bem trabalhadas no ensino médio. Também é de conhecimento quase geral que o álcool é mais volátil que a água. Bastava o candidato usar esse conhecimento básico para justificar a recomendação de se descartar a solução. A questão teria sido ainda mais fácil se as temperaturas de ebulição do etanol e da água tivessem sido fornecidas no enunciado. Por outro lado, poderia ter sido dificultada se as pressões de vapor parcial das substâncias tivessem sido incluídas no enunciado. Como a relação entre pressão de vapor e volatilidade não é muito acessível a todos os candidatos, a banca optou por não entrar nessa seara. Apesar da facilidade da letra **a**, muitos candidatos justificaram o descarte da solução pela evaporação da água, que levaria a solução para a concentração de 100% de etanol. Embora a análise da tabela estivesse correta, ou seja, uma solução de etanol na concentração 100% de etanol de fato não apresenta ação germicida, a concentração não passaria de 70 para 100% pela evaporação da água. Evapora a espécie com maior pressão de vapor, ou maior volatilidade, o etanol. Na letra **b**, pedia-se para correlacionar cada procedimento

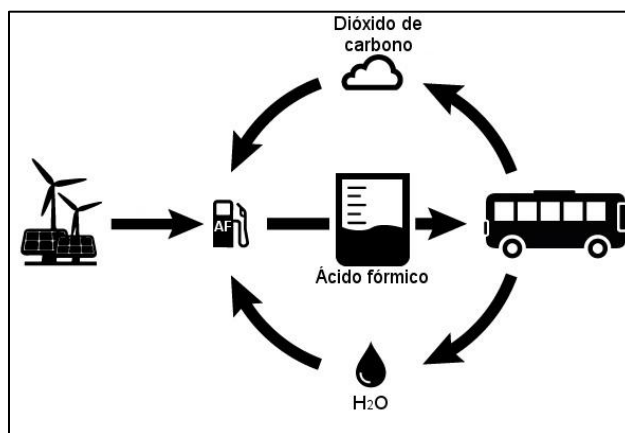
2ª Fase - Química

de higienização (água e sabão ou álcool gel) com suas desvantagens e ainda justificar a resposta em termos das possíveis interações químicas envolvidas. Como interações intermoleculares são bem desenvolvidas no ensino médio, inclusive pelo famoso “semelhante dissolve semelhante”, boa parte dos candidatos fez a correlação correta. Porém, a Banca Elaboradora esperava que os candidatos fossem além desse mantra “semelhante dissolve semelhante” repetido exaustivamente quando se ensina esse conteúdo. O candidato deveria mencionar que o sabão é anfifílico, ou que possui uma parte apolar que interage com a gordura, também apolar, por interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido, e outra parte polar que interage com a água por interações do tipo dipolo-dipolo. No caso do etanol, o candidato deveria relacionar a interação por ligação de hidrogênio entre o etanol e a água da pele que levaria à sua desidratação. A maior parte dos candidatos conseguiu fazer a associação correta entre tipo de higienização com a desvantagem correspondente, mas nem todos os candidatos apresentaram uma justificativa correta e completa levando em conta as interações intermoleculares envolvidas. O índice de facilidade dessa questão foi de 0,54, sendo considerada uma questão de nível médio. O índice de discriminação geral foi de 0,41, sendo considerada uma questão boa para a seleção dos candidatos.

Questão 15

Apesar de ser um combustível alternativo em relação aos combustíveis fósseis, o gás hidrogênio apresenta alguns problemas em seu uso direto. Uma alternativa é produzir o gás hidrogênio por eletrólise da água, para depois utilizá-lo na síntese do ácido fórmico, a partir da hidrogenação catalítica de gás carbônico. A possibilidade de utilizar o ácido fórmico como combustível tem feito crescer a demanda mundial por esse produto. A figura abaixo ilustra como seria o ciclo de produção e consumo do ácido fórmico, conforme indica o texto.

- a) Considerando as informações do texto e a figura ao lado, cite duas vantagens em se adotar a alternativa descrita.
- b) A reação de síntese do ácido fórmico a partir da hidrogenação catalítica de gás carbônico, em fase gasosa, apresenta um valor muito pequeno de constante de equilíbrio. Visando a aumentar o seu rendimento, imagine que sejam promovidos, separadamente, um aumento do volume e um aumento da temperatura da mistura reacional em equilíbrio. Preencha a tabela abaixo de modo a informar o que ocorre com a quantidade de ácido fórmico. Use as palavras umenta ou diminui e justifique cada escolha no espaço correspondente.



Na temperatura da síntese, considere que as entalpias de formação do gás carbônico, do ácido fórmico e do hidrogênio são (em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) -394, -363 e 0, respectivamente.

(Adaptado de Team Fast. Disponível em <https://www.teamfast.nl/hydrozine/>. Acessado em 10/08/2017.)

Objetivo da Questão

Esta questão apresenta um processo para obtenção de energia por uma fonte alternativa. Esperava-se que os candidatos apontassem as vantagens no processo, o que poderia ser feito a partir de uma visão geral sobre o tema a partir de informações envolvendo geração de energia e sustentabilidade, presentes na atualidade. Para responder esta parte da questão, o candidato precisava entender as propriedades das substâncias envolvidas nessa tecnologia. A outra parte da questão é direcionada para a parte de equilíbrio químico, exigindo dos candidatos o estabelecimento da relação entre perturbações em um sistema em equilíbrio e suas consequências na sua composição, dependendo do tipo de perturbação e de acordo com o princípio de Le Chatelier, tema bastante trabalhado no ensino médio. É esperado que tenham também conhecimento de termoquímica, cálculos de entalpia, estequiometria e algumas noções de compostos orgânicos.

2ª Fase - Química

Resposta Esperada

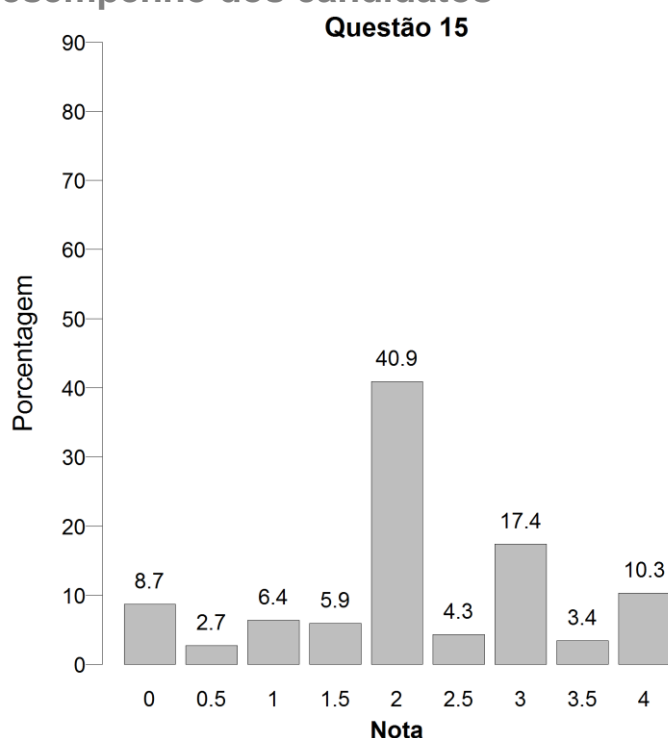
a) (2 pontos)

De acordo com as informações fornecidas, no enunciado e na figura, algumas vantagens da alternativa sugerida podem ser: 1) o uso de energias alternativas e menos poluentes (eólica ou solar) para a produção do ácido fórmico; 2) a (re)síntese do ácido fórmico utilizando o CO₂ e água que vieram de sua combustão (processo cíclico fechado em relação a materiais), 3) a criação de uma alternativa à utilização de combustíveis fósseis e 4) maior facilidade de armazenamento e transporte do ácido fórmico em relação ao gás hidrogênio.

b) (2 pontos)

	aumento de volume	aumento de temperatura
quantidade de ácido fórmico	diminui	aumenta
Justificativa	$1 \text{ H}_2 + 1 \text{ CO}_2 = 1 \text{ H}_2\text{CO}_2$ <p>A equação mostra que a reação ocorre com diminuição no volume do sistema, pois dois moles de reagentes gasosos levam à formação de um mol de produto gasoso. Portanto, o aumento do volume leva a uma diminuição na quantidade de ácido fórmico.</p>	$\begin{array}{r} \text{H}_2 + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_2 \\ 0 \quad -394 \quad -363 \\ \hline \Delta H = H_p - H_r = -363 - (-394) = + 31 \text{ kJ.mol}^{-1} \end{array}$ <p>A equação termoquímica mostra que a reação é endotérmica; portanto, o aumento na temperatura favorece a formação de ácido fórmico.</p>

Desempenho dos candidatos



Comentários Gerais

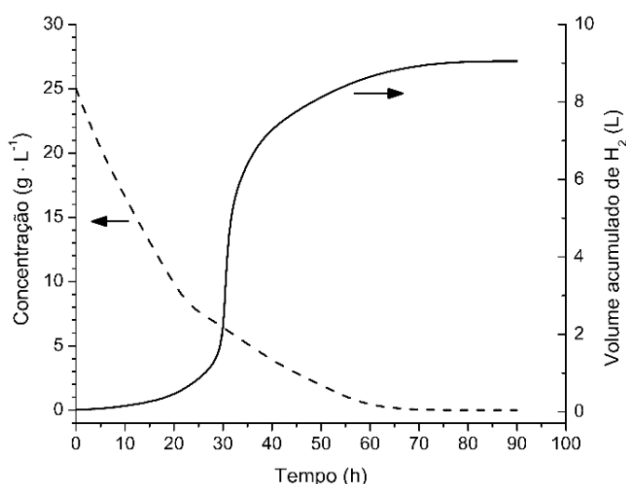
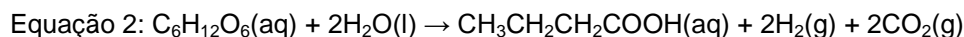
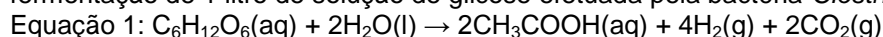
Esta questão coloca um tema de grande importância na atualidade, a busca por combustíveis alternativos, presente em discussões de várias organizações mundiais preocupadas com o meio ambiente. Além disso, é uma proposta que está sendo implementada em um projeto piloto criado pelo grupo que criou esta tecnologia, o qual inclui o desenvolvimento de um ônibus com um motor adaptado para o uso do ácido

2ª Fase - Química

fórmico como combustível. Dessa forma, além de ser um tema que aborda conteúdos fundamentais em química, está diretamente contextualizado num ambiente de fronteira do desenvolvimento tecnológico. A questão versou sobre o uso de ácido fórmico como alternativa indireta ao uso de gás hidrogênio. A letra **a** exigia que o candidato citasse duas vantagens associadas à tecnologia proposta. Boa parte dos candidatos não teve dificuldade em interpretar o texto e analisar o esquema fornecido. Isso era esperado pela Banca uma vez que este tema tem ganhado espaço nos últimos tempos. O erro mais comum foi ignorar o fato de a tecnologia também gerar CO_2 ao se utilizar o ácido fórmico. A vantagem nesse caso estaria relacionada ao fato de o processo ser cíclico, sendo o CO_2 gerado reaproveitado no processo. A letra **b** envolveu conceitos de equilíbrio químico e os fatores que afetam a composição do sistema no equilíbrio. Embora este conceito seja bastante trabalhado no ensino médio, boa parte dos candidatos não fizeram a associação correta entre o aumento do volume e aumento da temperatura com a quantidade de ácido fórmico menor e maior, respectivamente, após essa perturbação no equilíbrio. Essa tendência não era esperada pela Banca Elaboradora. Talvez pelo fato de ser necessário estabelecer alguns passos que envolvessem conteúdos fundamentais em química, como escrever as fórmulas das substâncias envolvidas no processo, a equação que define o equilíbrio e, posteriormente, avaliar como a pressão afeta o equilíbrio, para chegar na resposta correta, apenas para os candidatos bem informados em relação a equilíbrio químico a resposta é simples. Nesse sentido, apesar do índice de discriminação geral ter sido de 0,41, para cursos de alta demanda como Medicina, o índice de discriminação geral foi de apenas 0,29, sendo o IF para medicina de 0,80, mostrando que de fato candidatos mais bem preparados acertaram essa questão mediante ao exposto acima. A nota média da questão foi 2,1 num total de 4,0 pontos possíveis. O índice de zeros foi baixo, em torno de 8,7%, principalmente devido à maior facilidade da letra **a** frente à exigência de conteúdos mais específicos exigidos pela letra **b**.

Questão 16

Graças à sua alta conversão energética e à baixa geração de resíduos, o gás hidrogênio é considerado um excelente combustível. Sua obtenção a partir da fermentação anaeróbia de biomassas, como bagaço de cana, glicerol, madeira e resíduos do processamento da mandioca, abundantes e de baixo custo, parece ser uma boa alternativa tecnológica para o Brasil. A velocidade da fermentação, bem como os diferentes produtos formados e suas respectivas quantidades, dependem principalmente do tipo de substrato e do tipo de microrganismo que promove a fermentação. As equações e a figura abaixo ilustram aspectos de uma fermentação de 1 litro de solução de glicose efetuada pela bactéria *Clostridium butyricum*.



a) Levando em conta as informações presentes no texto e na figura, e considerando que a fermentação tenha ocorrido, concomitantemente, pelas duas reações indicadas, qual ácido estava presente em maior concentração ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) ao final da fermentação, o butanoico ou o etanoico? Justifique sua resposta.

b) A velocidade instantânea da fermentação, em qualquer ponto do processo, é dada pela relação entre a variação da quantidade de hidrogênio formado e a variação do tempo. De acordo com o gráfico, quanto tempo após o início da fermentação a velocidade atingiu seu valor máximo? Justifique sua resposta.

Dados: massa molar da glicose: $180\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; volume molar do hidrogênio: $25\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Objetivo da Questão

Para resolver esta questão, os candidatos deveriam reconhecer as diferenças entre as fórmulas dos ácidos etanoico e butanoico, sendo necessário identificar qual ácido deve estar em maior quantidade pelo consumo

2ª Fase - Química

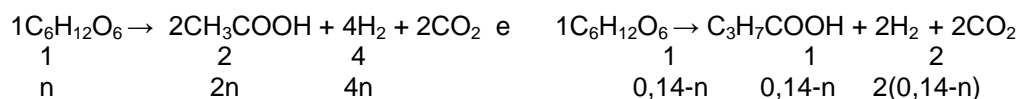
de 1 litro de solução de glicose na concentração apresentada no gráfico; e, na sequência, identificar o momento que a reação atinge a velocidade máxima. Para isso os candidatos deveriam ter conhecimentos de compostos orgânicos, concentração, estequiometria e cinética química. Por se tratar de uma questão na qual a evolução da reação é acompanhada ou pelo consumo de um reagente ou pelo aparecimento de um produto em função do tempo, é importante que os candidatos tenham boa capacidade para interpretação de gráficos, dos quais essas informações podem ser extraídas. Para a letra **b** os candidatos deveriam ter noção do conceito de velocidade instantânea de reação, que pode ser definida em termos de variação da concentração de uma substância dentro de um dado intervalo de tempo, informação presente no enunciado. Se for feita uma leitura correta dos gráficos, essa informação é facilmente obtida.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O gráfico mostra que foram utilizados 25 g de glicose, ou $25/180=0,14$ mol, obtendo-se 9 L de H_2 , ou $9/25=0,36$ mol.

Considerando as equações químicas, temos:

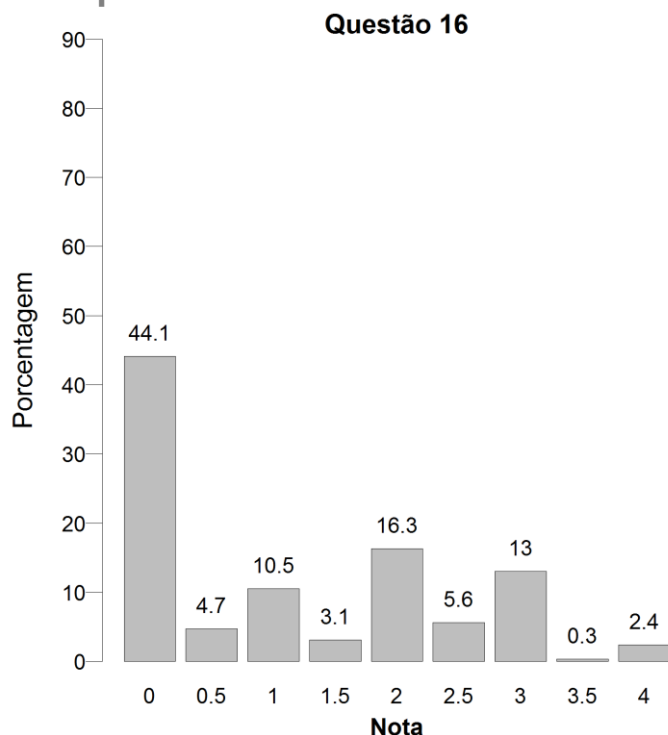


Assim, a quantidade produzida de H_2 [$4n + (2(0,14-n))$] = 0,36 mol. Resolvendo a equação, temos: $n = 0,04$ mol. Pela estequiometria das equações, formaram-se $2n$ mol de ácido etanoico $\Rightarrow 0,04 \times 2 = 0,08$ mol e $0,14-n = 0,10$ mol de ácido butanoico. Portanto, formou-se mais ácido butanoico ao final da fermentação.

b) (2 pontos)

De acordo com a definição dada, a velocidade instantânea da fermentação num ponto qualquer da curva pode ser obtida por $\Delta_{H_2}/\Delta_{tempo}$ (essencialmente, a inclinação da curva de concentração por tempo). Essa relação será tanto maior quanto mais inclinada for a curva. Isso ocorre por volta de 30 horas. Portanto, 30 horas depois de iniciada a fermentação, a velocidade da reação atinge seu valor mais alto.

Desempenho dos candidatos



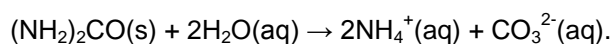
2ª Fase - Química

Comentários Gerais

Esta questão, por exigir além de conceitos fundamentais relacionados a equilíbrio químico, estequiometria e compostos orgânicos, e também exigir uma leitura correta do gráfico para retirar as informações necessárias, foi considerada difícil pela Banca Elaboradora. É uma questão que necessita bastante atenção por apresentar informações não muito evidentes, embora isso fosse previsto pela Banca, que inclusive sublinhou as palavras chave para evitar má interpretação, ou que os candidatos não levassem em conta as informações contidas no gráfico. Um erro muito comum foi que muitos candidatos identificaram as diferentes quantidades de ácido etanoico ou butanoico produzidas somente analisando a estequiometria da reação. Ou seja, como na equação 1 a proporção de ácido etanoico produzido em relação a de glicose consumida é de 2:1, enquanto que na equação 2 a proporção de ácido butanoico produzido em relação a de glicose consumida é de 1:1, muitos responderam que haveria maior quantidade de ácido etanoico. Acreditamos que eles não observaram as informações contidas no gráfico (consumo de glicose total e produção de H₂ total, ambos ao longo do tempo), e tampouco a informação de que as duas reações ocorriam concomitantemente. Uma das formas para se chegar na resposta esperada seria a montagem de um sistema de equações para a resolução da letra **a**, e isso pode explicar porque um número elevado de candidatos, correspondente a 44,1%, tiraram nota 0 nessa questão. A Banca Elaboradora havia considerado também um caminho mais fácil para a resolução dessa questão, que seria considerar cada equação separadamente. Dessa forma, ao analisar a quantidade de gás hidrogênio que cada uma produziria seria possível relacioná-la com o valor total de gás hidrogênio produzido obtido do gráfico. Seguindo este raciocínio, a partir de 0,14 mol de glicose, seriam obtidos 4 vezes a quantidade em mol de gás hidrogênio ao considerar apenas a equação 1, o que corresponde a 14 L. Por outro lado, a partir de 0,14 mol de glicose, seriam obtidos 2 vezes a quantidade em mol de gás hidrogênio ao considerar apenas a equação 2, o que corresponde a 7 L de gás hidrogênio. Ao compararmos estes valores com o volume de gás hidrogênio produzido, igual a 9 L, podemos fazer uma ponderação entre as duas equações a partir dos valores descritos anteriormente, chegando numa contribuição de aproximadamente 30% pela equação 1 e 70% pela equação 2. Com isso, chegamos nos mesmos valores obtidos pelo cálculo precedente, igual a 0,08 mol de ácido etanoico e 0,10 mol de ácido butanoico. Entretanto, este último caminho foi pouco adotado pelos candidatos. A maioria considerou apenas a estequiometria das equações apresentadas e concluiu que se na equação 1 a relação glicose/ácido etanoico é de 1:2, logo ele deve ter maior concentração no final da fermentação, o que não é verdade. A Banca não esperava que isso fosse apontado pelos candidatos, mas o nome do microrganismo (*Clostridium butyricum*) seria sugestivo da maior seletividade apresentada por essa bactéria para a produção de ácido butírico, nome usual do ácido butanoico (nomenclatura IUPAC). Por razões históricas, muitos compostos orgânicos ainda são conhecidos pelos seus nomes usuais. Na letra **b** bastava apontar que após 30 horas a velocidade da fermentação atingia seu valor máximo, em vista da maior inclinação da curva. Nessa letra, o erro mais comum foi o candidato apontar que a fermentação atinge sua velocidade máxima após 50-60 horas, ou seja, quando começa a se formar um platô na concentração de H₂. Aparentemente, esses candidatos confundiram velocidade máxima com concentração máxima. A questão apresentou nota média de 1,1 de um total de 4,0 pontos possíveis, sendo considerada difícil, com índice de facilidade igual a 0,28, o que era esperado num espectro geral. Apesar de ter apresentado um índice de discriminação geral de 0,54, foi considerada fácil para cursos de alta demanda, por exemplo Medicina, apresentando índice de facilidade de 0,56 com menor índice de discriminação (0,46). Interessante que para engenharias o índice de discriminação foi alto (0,54), o que era de se esperar para uma questão que exigia análise de gráficos e cálculos.

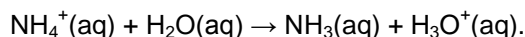
Questão 17

Fertilizantes são empregados na agricultura para melhorar a produtividade agrícola e atender à demanda crescente por alimentos, decorrente do aumento populacional. Porém, o uso de fertilizantes leva a alterações nas características do solo, que passa a necessitar de correções constantes. No Brasil, o nitrogênio é adicionado ao solo principalmente na forma de ureia, (NH₂)₂CO, um fertilizante sólido que, em condições ambiente, apresenta um cheiro muito forte, semelhante ao da urina humana. No solo, a ureia se dissolve e reage com a água conforme a equação



Parte do nitrogênio, na forma de íon amônio, se transforma em amônia, conforme a equação

2ª Fase - Química



Parte do nitrogênio permanece no solo, sendo absorvido através do ciclo do nitrogênio.

- Na primeira semana após adubação, o solo, nas proximidades dos grânulos de ureia, torna-se mais básico. Considerando que isso se deve essencialmente à solubilização inicial da ureia e à sua reação com a água, explique como as características dos produtos formados explicam esse resultado.
- Na aplicação da ureia como fertilizante, ocorrem muitos processos que levam à perda e ao não aproveitamento do nitrogênio pelas plantas. Considerando as informações dadas, explique a influência da acidez do solo e da temperatura ambiente na perda do nitrogênio na fertilização por ureia.

Objetivo da Questão

A questão 17 se insere no assunto de equilíbrio químico, trazendo exemplos de equilíbrio de solubilidade, envolvendo equilíbrio ácido-base e hidrólise. Trata-se de um assunto central em Química, largamente explorado em sala de aula, livros texto e sistemas de ensino. Nem por isso o assunto é bem dominado pelos estudantes, principalmente quando envolve espécies importantes para o meio ambiente e o ser humano, caso do gás carbônico e seus íons carbonato e hidrogenocarbonato (mais conhecido como bicarbonato). A própria questão é um exemplo prático da aplicação do conhecimento. Uma questão central do agronegócio é a perda de fertilizantes e defensivos agrícolas. As consequências dessas perdas se refletem de diversas formas, desde o prejuízo causado e o consequente aumento do preço do produto final, até os problemas ambientais causados por essa perda. Assim, a questão tenta mostrar o lado menos conhecido pelo cidadão comum, um dos problemas da agricultura; nem só de flores vive o agronegócio. O assunto retratado, parafraseando a própria propaganda de defensivos, é de largo espectro, podendo abranger áreas da Química, Biologia e Geografia; não esquecendo que em áreas interdisciplinares como Ciência Ambiental, Engenharia Agrícola e Engenharia Agrônoma o assunto está largamente presente.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Na solubilização da ureia (equação 1), formam-se íons amônio e carbonato, como está representado pela equação dada no texto, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$. Essa equação mostra os produtos formados. O texto informa que o pH do solo nas proximidades do grânulo de ureia fica inicialmente básico, devido à solubilização da ureia e sua reação com água. O texto questiona como as características dos produtos formados explicam a basicidade do solo. Os produtos formados são carbonato (CO_3^{2-}) e amônio (NH_4^+). O carbonato tem características básicas, como mostra a sua equação de hidrólise, $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$, enquanto que o amônio tem características ácidas, $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$. Como texto informa que o solo se torna básico, isso significa que a hidrólise do carbonato ocorre em maior extensão do que a hidrólise do íon amônio. Em outras palavras, o carbonato apresenta uma característica básica mais forte que a característica ácida do amônio.

b) (2 pontos)

A perda do nitrogênio adicionado ao solo depende de vários fatores, entre eles a acidez do solo e a temperatura.

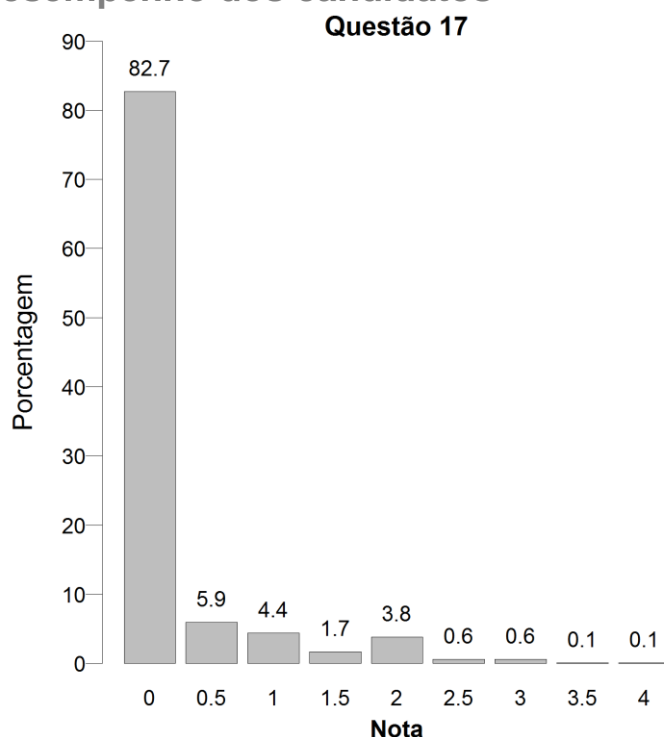
Acidez do solo: De acordo com a equação de transformação do íon amônio (NH_4^+) em amônia (NH_3), segunda equação fornecida no texto, um aumento da acidez do solo leva a uma menor formação de NH_3 . Do ponto de vista químico, a amônia permanece no solo, principalmente dissolvida na água, mas volatiliza com facilidade, o que não ocorre com o íon amônio. Portanto, um aumento da acidez do solo levaria a uma diminuição da perda do nitrogênio da fertilização por ureia, pois o nitrogênio ficaria retido na forma de amônio.

2ª Fase - Química

Temperatura ambiente: quanto maior a temperatura ambiente, maior a temperatura do sistema solo. Os efeitos disso são: 1) gases, como a amônia, tornam-se menos solúveis com o aumento da temperatura, o que leva a maiores perdas por gaseificação; 2) a elevação da temperatura leva a uma evaporação maior da água, diminuindo a disponibilidade desse solvente e favorecendo a eliminação de amônia; 3) o texto informa que a ureia apresenta cheiro forte, de onde se conclui que ela sublima com facilidade, e essa sublimação é maior em maiores temperaturas, aumentando as perdas.

Observações: há outras formas de explicações envolvendo os íons amônio e carbonato no item **a**; sobre a influência da temperatura no item **b**, basta uma exemplificação.

Desempenho dos candidatos



Comentários Gerais

O item **a** da questão é bem mais complexo que o item **b**. Ele exige, além do domínio do assunto, uma leitura atenta do texto. É importante reparar que o texto do item **a** informa que o meio se torna básico devido aos produtos formados. Assim, a resposta exige que se observem quais são os produtos formados, o que é informado na primeira equação do texto principal, amônio e carbonato. O texto, então, questiona como as características desses íons promovem a mudança do solo. Uma das pistas é dada pela segunda equação do texto principal, em que se informa o comportamento ácido do íon amônio. Por essa equação, observa-se que o íon amônio tem características ácidas, pois na sua hidrólise libera uma base fraca, NH_3 , e um ácido forte, H_3O^+ . Por outro lado, o texto nada informa sobre o íon carbonato, embora ele seja também importante. Isso deve ser inferido, pois só o comportamento do amônio não explicaria o que é observado. Nesse caso, deve-se também fazer a hidrólise do carbonato, por analogia com a hidrólise do amônio, para se alcançar a resposta. A grande maioria dos candidatos que elaboraram respostas ao item **a**, esqueceram-se de levar isso em conta e só usaram a hidrólise do amônio, segundo a equação fornecida. Como só essa reação não era suficiente, esses mesmos candidatos então justificaram, ou que a amônia era uma base e por isso dava características básicas ao solo, ou que a amônia era uma base mais forte que o H_3O^+ , prevalecendo o caráter básico. Muitos também justificaram que a amônia é uma base e o amônio um ácido e que a amônia é uma base mais forte. É importante reparar que em todos esses exemplos de resposta, os candidatos fizeram uma leitura do texto, já que utilizaram a informação de que o meio nas proximidades se torna básico. Raríssimos foram os candidatos que utilizaram a hidrólise do carbonato. Os poucos que não a fizeram e se aproximaram da resposta desejada justificaram, apenas, levando em conta que o amônio é um

2ª Fase - Química

ácido e o carbonato uma base. Como houve um percentual muito alto de erros no item, várias hipóteses podem ser levantadas. A mais provável, nos casos em que o candidato elaborou uma resposta ao item, é a de que ele não tenha lido atentamente o texto e tenha se confundido: ele toma a primeira equação mostrada no texto, relativa à dissolução e hidrólise da ureia como sendo apenas a da dissolução e, em seguida, toma a equação de hidrólise do íon amônio, segunda equação do texto, como sendo a equação da reação de hidrólise da ureia e não a do íon amônio. Nesse caso, ele considera como produtos da dissolução e hidrólise da ureia, a amônia e o H_3O^+ , e não o amônio e o carbonato. Sendo isso a hipótese verdadeira da indução ao erro, pode-se inferir que a leitura não foi adequada. Se a pergunta não fosse contextualizada, sendo redigida de um modo convencional, ela se resumiria em: A dissolução do carbonato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ em água leva à formação dos íons carbonato e amônio. Explique como as características dos produtos formados explicam o caráter básico da solução. A resposta a essa pergunta é idêntica à que deveria ser formulada na resposta ao item **a**, no entanto, o índice de acertos seria, com certeza, muitas vezes maior. No entanto, é bastante comum a dificuldade dos candidatos com questões envolvendo equilíbrio químico, principalmente quando esse equilíbrio se insere em um contexto e faz parte da resposta ao contexto, como é o caso. Questões realmente contextualizadas em Química, quando não exigem respostas “padronizadas”, geralmente apresentam muitas dificuldades para os candidatos. O item **b** também trata a questão de equilíbrio, só que de uma forma um pouco mais direta, questionando como a acidez do solo e a temperatura influenciam a perda do nitrogênio. É importante reparar que o item informa “perda de nitrogênio”, que pode ocorrer para diferentes espécies contendo nitrogênio. Também é importante reparar que o texto informa: “Considerando as informações dadas”, o que significa que há informações que são relevantes para a elaboração da resposta e isso não deve ser ignorado. Nesse caso, a resposta não exige apenas memorizações, há outros elementos a serem utilizados. Em relação à influência da temperatura na perda do nitrogênio, o texto principal da questão informa que a “ureia, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, um fertilizante sólido que, em condições ambiente, apresenta um cheiro muito forte, semelhante ao da urina humana”. Nós sentimos cheiro de algo no estado gasoso e, portanto, para tal, o material deve se volatilizar. Também se sabe que a volatilização aumenta com a temperatura, logo pode-se inferir que a ureia se volatiliza com facilidade e que essa volatilização é maior quanto maior a temperatura. Deve-se lembrar que o Brasil é um país com altas temperaturas, portanto, essa perda de nitrogênio na adubação com ureia é um fator a se considerar. Uma adubação na região norte ou nordeste deve levar a maiores perdas por volatilização quando comparada à região sul. Esse tipo de resposta foi o que levou à maior pontuação no item **b**. Isso se deveu a essa resposta, o que justificaria uma leitura atenta das informações. Os candidatos que não conseguiram ler corretamente a informação podem ter achado que ela não era relevante, uma vez que vinha associada ao forte cheiro de urina humana. A questão da influência da acidez na perda de nitrogênio, novamente, deve ser vista em função das informações dadas. Vale a pena ressaltar que a informação é dada na segunda equação química do texto principal, em que se retrata a hidrólise do íon amônio. Nessa equação, observa-se um equilíbrio químico entre o íon amônio e a amônia em meio aquoso. O equilíbrio é afetado pela acidez do meio: quanto mais ácido o meio, maior a quantidade de amônio. Em água, o amônio é bem estável, o mesmo não ocorre com a amônia que, embora bastante solúvel, apresenta volatilidade. Portanto, comparativamente, a perda de nitrogênio é muito maior em solos menos ácidos. Muitos candidatos que tentaram responder ao item erraram ao argumentarem que a perda de nitrogênio ocorria, pois no ciclo bioquímico as plantas absorveriam o nitrogênio na forma de amônia e não de amônio, logo em meio mais ácido haveria menos amônia disponível e, portanto, uma maior perda do nitrogênio. Esses candidatos provavelmente estavam “sugestionados” pelo fato de na primeira fase ter havido questões interdisciplinares. Essa foi a maior fonte de erro na resposta parcial ao item **b**, no quesito acidez. O desempenho dos candidatos foi muito abaixo do esperado pela Banca, não pela dificuldade do assunto, que realmente é um dos mais problemáticos em termos de ensino, mas pelo fato de que havia muitas informações disponíveis para responder boa parte dos dois itens. Isso pode significar que os candidatos ou não estão preparados para esse tipo de exigência ou não houve tempo disponível para a leitura. O índice de facilidade foi muito baixo, 82% dos candidatos tiveram zero, mas houve poucas questões em branco, a maioria zeros e tentativas de resposta, um valor muito alto para a questão. A Banca esperava alguma dificuldade. O revisor não comentou especificamente esse aspecto, no entanto, o resultado foi muito aquém do que se podia prever. Uma média de 0,2 pontos em 4,0 possíveis é um valor muitíssimo baixo para uma questão de equilíbrio químico. A Banca Elaboradora previa uma questão difícil, enquanto que a revisora previa uma questão média. O resultado indicou uma questão muito difícil, algo bem inesperado, e que merece um estudo mais apurado. Porém, apesar do índice de discriminação ter sido baixo para a maioria dos cursos, para o curso de Medicina ele foi de 0,32, o que mostra que de fato algumas questões podem ser mais significativas para a seleção de candidatos em cursos de alta demanda.

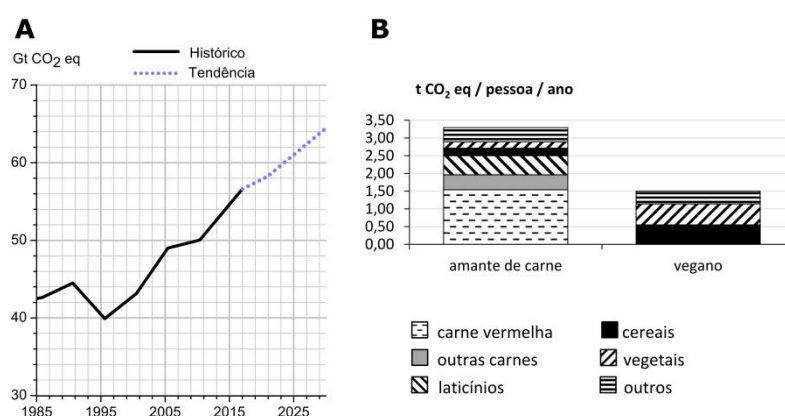
2ª Fase - Química

Questão 18

A derrubada de florestas para mineração causa indignação em muitos cidadãos preocupados com a proteção ambiental. Contudo, não se observa o mesmo nível de preocupação em relação à atividade pecuária. A produção de carne é também responsável pelo desmatamento e por cerca de 18% da emissão de gases do efeito estufa. A evolução da emissão total de gás carbônico equivalente da humanidade (em Gt CO₂eq por ano) é mostrada na figura A. Já a figura B mostra a emissão anual média de gás carbônico equivalente (em t CO₂eq por pessoa por ano) somente com a alimentação, para duas diferentes dietas.

- a) Considerando que toda a população mundial seja “amante de carne”, qual é a porcentagem de emissão de CO₂ equivalente devida somente à alimentação, em relação à emissão total? Mostre os cálculos.
- b) Se, em 2018, toda a população da Terra resolvesse adotar uma dieta vegana, a emissão total de gases voltaria ao nível de qual ano? Justifique sua resposta. Considere que toda a população atual seja “amante de carne”.

Dados: a população mundial atual é de $7,6 \times 10^9$ habitantes; Giga-toneladas (Gt) = $1,0 \times 10^9$ toneladas.



(Figura A: adaptada de PBL NetherlandsEnvironmentAgency. Disponível em www.pbl.nl. Figura B: adaptada de ShrinkThatFootprint. Disponível em www.shrinkthatfootprint.com. Acessados em 15/10/2017.)

Objetivo da Questão

A questão aborda o tema Química e Sociedade e destaca a emissão de gás carbônico, um problema de dimensões mundiais, na atividade de produção e consumo de alimentos. A questão tenta mostrar as vantagens, do ponto de vista ambiental, em a população adotar uma dieta mais vegetariana. O próprio exercício é um exemplo da aplicação prática do conhecimento, uma vez que a sua apresentação e resolução deixam evidente o problema ambiental que o consumo de carne representa em relação à emissão de gás carbônico. O assunto se encaixa em qualquer área de conhecimento, uma vez que diz respeito ao tema do aquecimento da global e deixa claro como seria possível minimizar o problema. É interdisciplinar com várias áreas diretamente como Química, Matemática e Biologia, mas não deixa de ter dimensões de problemas humanos alarmantes. Afinal, quem mais consome carne da Terra? Quem mais produz carne? A questão também exigia dos candidatos a leitura e interpretação de gráficos, como em outras questões da prova, uma habilidade muito importante em qualquer área do conhecimento.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

De acordo com a figura B, na dieta de amante de carne, liberam-se 3,3 t CO₂ eq por pessoa por ano.

Considerando a população mundial atual de $7,6 \times 10^9$ habitantes, temos:

$$\text{Emissão} = 3,3 \text{ t CO}_2 \text{ eq (por pessoa por ano)} \times 7,6 \times 10^9 = 25 \text{ Gt CO}_2 \text{ eq.}$$

De acordo com a figura A, em 2017, a emissão total de CO₂ foi de 57 Gt CO₂ eq.

Assim, a emissão devida apenas ao consumo de carne foi de $(25/57) \times 100$, que corresponde a 44% da emissão total.

2ª Fase - Química

b) (2 pontos)

De acordo com a figura B, a diferença de emissão de CO₂ eq entre as dietas de amantes de carne e a dieta vegana é: $3,3 - 1,5 = 1,8$ t CO₂ eq (por pessoa por ano).

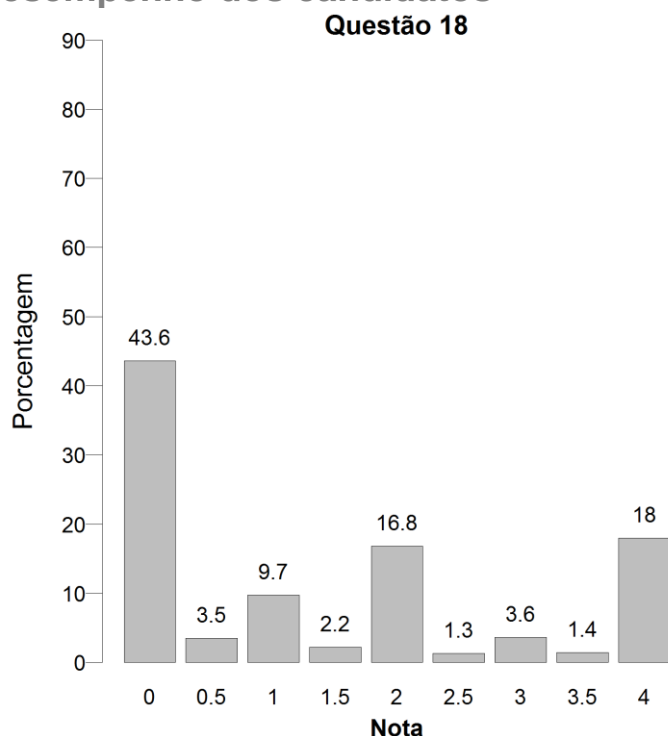
Considerando a população mundial atual de $7,6 \times 10^9$ habitantes, a mudança de dieta levaria a uma diminuição da emissão de CO₂ eq: $1,8$ t CO₂ eq \times $7,6 \times 10^9 = 13,7$ Gt CO₂ eq.

Como em 2017, a emissão total foi de 57 Gt CO₂ eq, a emissão devida à mudança de dieta seria de $57 - 13,7 = 43,3$ Gt CO₂ eq.

De acordo com a figura A, esse valor de emissão ocorreu por volta dos anos 1987, 1992 e 2001.

Observação: Como a leitura de dados a partir de figuras envolve alguma incerteza, os valores calculados e apresentados nos itens **a** e **b** devem ser vistos numa faixa compatível de resultados, de acordo com as variações de leitura das figuras. Quando as informações quantitativas são fornecidas na forma de figuras e gráficos, a incerteza dos resultados depende das incertezas na leitura das informações. Porém, não é desejável que se façam arredondamentos grosseiros, de modo a não distorcer possíveis comentários ou afirmações, ou que numa “competição”, como o vestibular, se use de má fé para, por exemplo, diminuir o tempo de análise e tratamento dos dados necessário para a resolução de uma questão.

Desempenho dos candidatos



Comentários Gerais

Os dois itens da questão exigem observação e interpretação de gráfico e figura e tratamento de dados daí emergentes. Ela envolve a emissão de gás do efeito estufa (gás carbônico), atrelada à produção e consumo de carnes. A questão, embora questione diretamente a leitura e tratamento de dados, é importante ao destacar um problema ambiental, crucial para a população de seres vivos da Terra. O texto inicial começa por citar um problema recente, de agosto de 2017, quando o governo brasileiro publicou um decreto estabelecendo o fim da Reserva Nacional de Cobre e Associados (RENCA), localizada na Amazônia. Devido aos grandes protestos nacionais, o projeto acabou sendo arquivado. Ao mesmo tempo, a grande imprensa já vinha apresentando, e continua a apresentar, uma propaganda do agronegócio no Brasil. É importante que se mostrem os prós e os contras em qualquer atividade. As mais recentes provas de

2ª Fase - Química

Química têm sido pensadas com esse formato. Essa questão compõe, então, com outras aqui apresentadas, alguns aspectos do agronegócio, fornecendo ferramentas para uma reflexão dos estudantes e professores em sala de aula. Ela se insere antes no tema de Química e Sociedade; ao tratar a emissão de CO_2 , do que propriamente em gases. No entanto, a resolução exige algum domínio de leitura de gráfico e também de operações matemáticas simples. O item exige que se faça a leitura de um gráfico no formato de barras, e que se retire a informação de que na dieta de amante de carne liberam-se 3,3 t CO_2 eq por ano. O texto informa a população mundial e pede que se determine a porcentagem de emissão de CO_2 equivalente devida somente à alimentação, em relação à emissão total desse gás, considerando que toda a população mundial fosse amante de carne. A dificuldade maior dos candidatos ocorreu com a operação matemática com potência e, em segundo lugar, na leitura da emissão mundial total de CO_2 de acordo com a figura A. O item **b** também explora as figuras A e B na leitura e tratamento de dados. Pergunta-se ao nível de qual ano a atual emissão total de gases voltaria se, em 2018, toda a população da Terra resolvesse adotar uma dieta vegana, considerando que essa população seja amante de carne. Uma parte do item já está resolvido no item **a**, em que se calcula a emissão total de CO_2 para a população amante de carne. O mesmo cálculo deve ser efetuado para a emissão de CO_2 para uma dieta vegana. Usa-se o mesmo procedimento ao observar a figura B. A diferença entre esses dois valores de emissão de CO_2 corresponde à diminuição total na emissão de CO_2 , valor esse que deve ser subtraído da atual emissão de CO_2 para se determinar o seu nível. Esse último valor deve ser usado como referência no eixo das ordenadas da figura A para se encontrar o respectivo valor no eixo das abcissas da mesma figura. Esse valor nas abcissas corresponde ao ano. Os candidatos saíram-se bem nesse item, não mostrando dificuldades que pudessem levar a erros destacáveis. O que ocorreu de mais frequente foram leituras equivocadas das figuras. A questão apresentou um índice de facilidade de 0,35, sendo considerada média. O revisor considerou que seria uma questão fácil e a Banca Elaboradora que seria uma questão média. Houve poucas respostas em branco. A média na questão teve um largo espectro entre as áreas de menor concorrência e os cursos de engenharias e medicina, o que determinou um alto índice de discriminação (0,67). Apesar das contas serem simples, basicamente regra de três, 43,6% dos candidatos tiraram nota zero nessa questão, ainda que o número de provas em branco não tenha sido muito grande. A maior dificuldade apresentada foi pela incapacidade de retirar dos gráficos os valores corretos e sem arredondamentos absurdos, e também por não se correlacionar os valores de geração de gás carbônico com as dietas de forma correta. Ou seja, também mostraram alguma dificuldade em entender o que se estava pedindo na questão. A média foi de 1,4 pontos em 4,0 possíveis. A Banca Elaboradora imaginou uma média de 2,0.