



Varição de pH em Água Mineral Gaseificada

Luiz Henrique Ferreira, Dácio Rodney Hartwig e Ricardo Castro de Oliveira

Este artigo apresenta uma proposta de atividade experimental sobre equilíbrio químico, tema de difícil compreensão para a maioria dos alunos do Ensino Médio, com duas opções de realização. A proposta deste experimento foi baseada em uma questão de vestibular da Unesp que pode ser resolvida experimentalmente com recursos de fácil acesso.

► vestibular, equilíbrio químico, pH ◀

Recebido em 3/12/07, aceito em 11/6/08

70

Este trabalho apresenta duas opções de uma atividade experimental envolvendo equilíbrio químico baseadas em uma questão do vestibular do meio do ano de 2007 da Universidade Estadual Paulista (UNESP), reproduzida na Figura 1. Mediante solicitação dos autores, a Fundação VUNESP forneceu, por comunicação pessoal, os dados referentes à análise de itens dessa questão, a qual indica que apenas

43,2% dos candidatos acertaram a alternativa correta (D). Chama a atenção o fato de que 23,7% dos candidatos assinalaram a alternativa (E). Nesse caso, é possível que os vestibulandos tenham dificuldade em aceitar o fato de que um sistema (água com gás) possa interferir em outro (água sem gás) apenas por meio de um tubo de conexão. Isso evidencia a necessidade de uma maior ênfase dos conceitos envolvi-

dos no estudo de equilíbrio químico no Ensino Médio.

Na Tabela 1, são apresentados os materiais e reagentes necessários para a realização das duas opções de experimento. Na Opção 1, é feito um acompanhamento do pH da água mineral com gás por meio de dois peagômetros (adaptação da questão presente no vestibular). A variação de pH na garrafa de água inicialmente sem gás também foi monitorada por

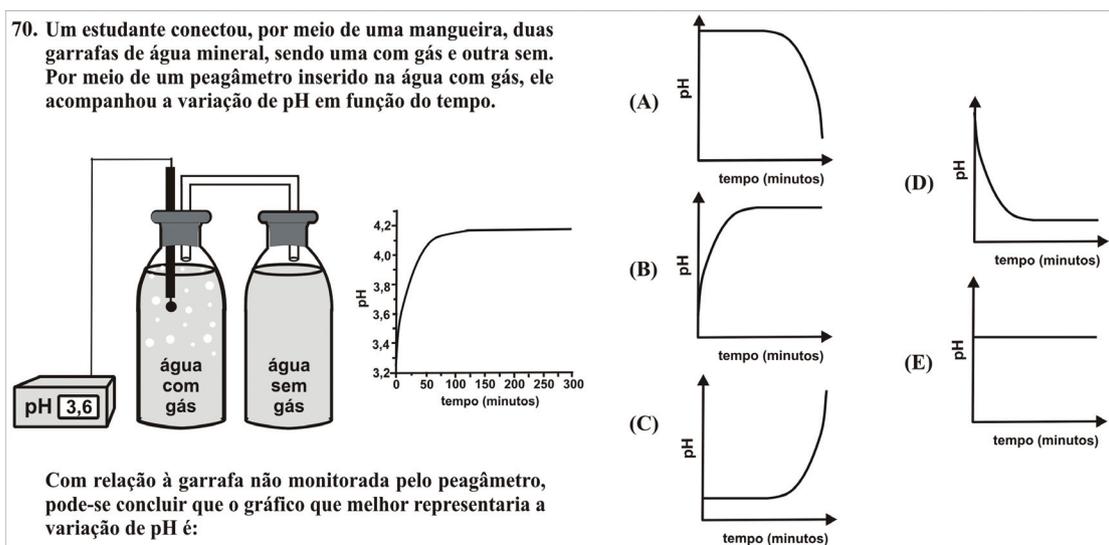


Figura 1: Questão número 70 do vestibular de meio de ano da UNESP de 2007.

Tabela 1: Materiais e reagentes necessários, conforme a opção de experimento.

Opção 1	Opção 2	Material e reagentes
X	X	1 garrafa de 600 mL de água mineral com gás
X	X	1 garrafa de 600 mL de água da torneira
X	X	2 rolhas de borracha
X	X	20 cm de mangueira de silicone ($\varnothing_{int.} = \pm 5$ mm) ou tubo de vidro em "U"
X		1 peagâmetro*
	X	20 mL de extrato de repolho roxo**

* pode-se utilizar dois peagômetros, conforme descrito abaixo, a fim de obter experimentalmente a solução para a questão proposta no vestibular.

** Para o preparo da solução de indicador, consultar GEPEQ (1995a).

um peagômetro com a finalidade de obter empiricamente o resultado para a questão proposta. A Opção 2 consiste de uma alternativa para a realização do experimento que não possibilita, com precisão, a obtenção de valores de pH.

Opção 1: Variação de pH e construção das respectivas curvas

Procedimento experimental

A solubilidade do CO_2 é diretamente proporcional à pressão e inversamente proporcional à temperatura. Assim, a perda do gás que ocorre quando a garrafa é aberta pode ser minimizada se esta for mantida em geladeira até o momento da realização do experimento. Neste caso, recomenda-se que a outra garrafa (sem gás) também seja mantida em geladeira para que os dois sistemas sofram igual mudança de temperatura durante a leitura dos valores de pH.

Antes de abrir as garrafas, é necessário encaixar os eletrodos nas rolhas com cuidado, pois estes podem quebrar-se facilmente. Além dos eletrodos, deve-se colocar a mangueira ligando as duas garrafas

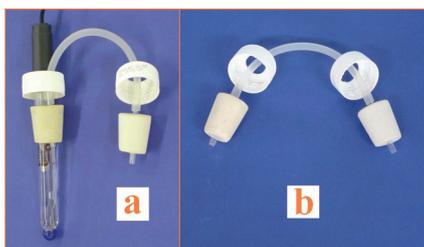


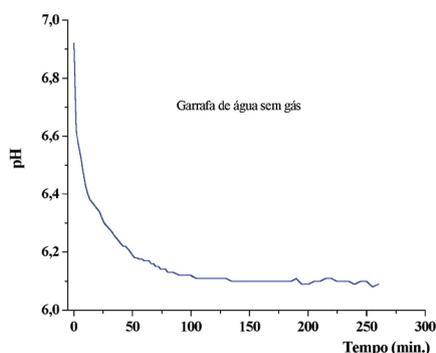
Figura 2: Dispositivos utilizados para conectar as garrafas: a) opção 1; e b) opção 2.

entre si, por meio do dispositivo apresentado na Figura 2.

Uma vez preparado o sistema, a conexão entre as garrafas deve ser feita rapidamente para evitar perda significativa de CO_2 . Para que um gráfico igual ao da questão do vestibular possa ser construído, deve-se fazer a leitura de pH em intervalos de 2 minutos até os primeiros 80 minutos iniciais. Para medidas posteriores, o intervalo pode ser aumentado até que o valor do pH se torne constante.

A variação nos valores de pH se deve à passagem do dióxido de carbono de uma garrafa para outra por meio da mangueira. A quantidade de gás transferida diminui com o passar do tempo até que o equilíbrio químico seja estabelecido. Os gráficos da Figura 3 foram obtidos dessa forma.

Os valores finais de pH (6,1 e 4,2) não são iguais, pois isso ocorreria apenas se as medidas continuassem sendo realizadas por um longo período e se a composição química das amostras fossem idênticas. No entanto, esses cuidados não são necessários para resolver a questão



do vestibular.

Opção 2: Substituição dos peagômetros por indicador

Retire aproximadamente 10 mL de água de cada uma das garrafas e adicione, em ambas, 10 mL do extrato de repolho roxo. Rapidamente faça a conexão entre as garrafas, rosqueando as tampas, como pode ser observado na Figura 4.

Resultados e discussão

O extrato de repolho roxo é um indicador que em meio ácido assume coloração avermelhada/rosada. Essa coloração pode ser verificada na garrafa contendo água com gás (devido à presença de H_2CO_3), enquanto na outra garrafa (sem gás) pode ser observada, inicialmente, a coloração roxa. A equação a seguir representa a reação que ocorre nas garrafas.



Com o passar do tempo, a coloração das duas garrafas sofre alteração, até que o equilíbrio seja estabelecido, conforme a seqüência de fotos apresentada na Figura 5.

Durante o experimento, o equilíbrio químico é estabelecido no sistema através da passagem do dióxido de carbono (CO_2) de uma garrafa para outra e o processo pode ser observado pela mudança de cor na água de torneira de cima para baixo. Isso ocorre porque assim que o CO_2 entra em contato com a água (pela superfície, obedecendo a Lei de Henry), ocorre a formação do ácido carbônico. Posteriormente, o ácido formado se difunde em direção à região inferior da

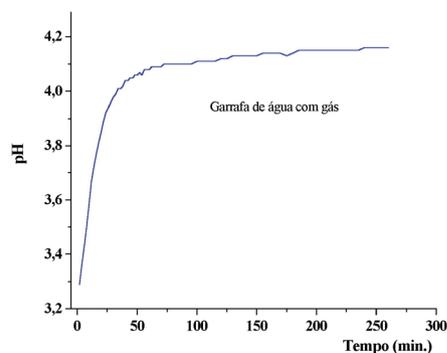


Figura 3: Gráficos correspondentes à variação de pH em função do tempo para os dois sistemas.



Figura 4: Montagem do sistema.

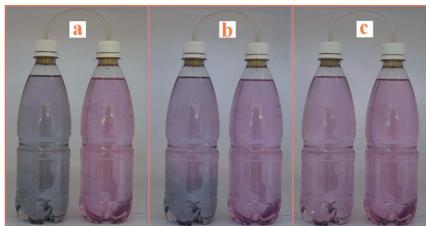


Figura 5: Diferentes etapas da reação entre CO_2 e água: a) momento inicial; b) etapa intermediária; e c) equilíbrio atingido.

garrafa, o que pode ser observado na sequência de fotos da Figura 5.

Sugestões

A partir da realização do experimento, pode-se propor que os alunos realizem pesquisas sobre a interação de CO_2 com a água em ambientes naturais (atmosfera, rios, lagos e mares) ou de sua importância (ou efeito) para outros processos: res-

piração, efeito estufa, extintores de incêndio, fotossíntese, hemoglobina do sangue, formação de estalactites e estalagmites etc.

Questões

1. Sabendo que o pH de uma água mineral com gás é 3,3, calcular a concentração de íons H_3O^+ e OH^- na solução.
2. A concentração de íons H_3O^+ na água natural da chuva é de, aproximadamente, 2×10^{-6} mol/L. Determinar o valor do pH.

Agradecimento

Os autores agradecem a fundação Vunesp pelas informações concedidas.

Luiz Henrique Ferreira (ferreira@dq.ufscar.br), bacharel em Química, mestre em Química Analítica pela USP, doutor em Química pela Unicamp, é docente do Departamento de Química da UFSCar.

Dácio Rodney Hartwig (hartwig@power.ufscar.br), licenciado em Química pela UFSCar, mestre em Educação pela UNICAMP, doutor em Didática pela USP, é docente do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSCar. **Ricardo Castro de Oliveira** (ricardorpec@yahoo.com.br), licenciado em Química pela UFSCar, é mestrando na área de Metodologia de Ensino na UFSCar.

Referências

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. *Química Nova na Escola*, n.1, p. 32-33, 1995a.

Para saber mais

TERCI, D.B.L. e ROSSI, A.V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Química Nova*, v. 25, p. 684-688, 2002.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. e SILVA, R. R. O azul do planeta: um retrato da atmosfera terrestre. v. 1. São Paulo: Moderna, 1995. 119 p.

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. *Interações e transformações II: reelaborando conceitos sobre transformações químicas (cinética e equilíbrio)*. São Paulo: Edusp, 1995b. 160 p.

_____. *Interações e transformações III: química e sobrevivência – atmosfera*. São Paulo: Edusp, 1998. 160 p.

Abstract: Variation of pH in gasified mineral water. This article presents a proposal of experimental activity about chemical equilibrium, subject of difficult comprehension for the majority of the students of the secondary education, with two options of realization. The proposal of this experiment was based in a question of university entrance exam of the Unesp that can be resolved experimentally with resources of easy access.

Keywords: university entrance exam; chemical equilibrium, pH.

Nota

Chamada de artigos para a edição de Maio de 2009

Química Nova na Escola convida os interessados a submeter manuscritos para a edição de Maio de 2009 que será lançada na 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Nesta edição, teremos uma seção especial com a temática 'Formação de Recursos Humanos em Química: limites e desafios para a segunda década do século XXI', coincidente com o tema da RA-SBQ.

A submissão de propostas deve ser feita pelo sistema online e o processo de avaliação seguirá os trâmites normais. Os autores devem seguir as normas específicas de submissão de manuscritos para a seção Pesquisa em Ensino de Química, mencionando na carta aos editores

justificativa para inclusão do manuscrito na seção temática 'Formação de Recursos Humanos em Química: limites e desafios para a segunda década do século XXI'.

Data limite para envio de manuscritos: 30 de Dezembro de 2008.

Data limite para aceitação: 30 de Março de 2009.

Endereço para submissão: <http://qnesc.sbq.org.br>

Endereço para contato: qnesc@sbq.org.br

Os Editores.