

Fe^{3+}

Determinação Qualitativa dos Íons

Cálcio e Ferro

em Leite Enriquecido

 Ca^{2+}

Jaylei Monteiro Gonçalves, Katia Christina Leandro Antunes e Alexandre Antunes

A idéia central deste artigo é propor uma aula experimental baseada em leite enriquecido que permita ao professor abordar, em um primeiro momento, a relação deste alimento, presente no cotidiano dos alunos, com o combate à desnutrição e à deficiência do íon ferro. Em seguida, utilizar as reações derivadas da verificação qualitativa da presença de íons ferro e cálcio no leite como um meio para introduzir conceitos químicos como, por exemplo, reação química, solubilidade, acidez, basicidade e equilíbrio químico. A escolha dos dois íons se deve à facilidade na detecção qualitativa e ao efeito visual obtido nas práticas.

▶ leite enriquecido, análise qualitativa, ferro, cálcio, cidadania ◀

Recebido em 30/5/00, aceito em 18/10/01

43

O leite é o alimento mais comum na dieta das crianças nos dois primeiros anos de vida e mantém-se bastante freqüente até os 5 anos. Dessa forma, programas que visam combater à desnutrição em crianças incluem quase que obrigatoriamente o enriquecimento de leite. Além do elevado consumo pelas crianças, uma vantagem em relação aos outros alimentos é a possibilidade de uso do leite em pó, obtendo-se maiores durabilidade e facilidade de transporte.

O programa de combate à desnutrição sob responsabilidade do Ministério da Saúde abrange todo o território nacional e visa, mediante o enriquecimento do leite, fortalecer as ações de combate a carências nutricionais específicas, considerando os grupos de maior vulnerabilidade (crianças de 6 a 23 meses), e às deficiências do íon ferro e da vitamina A. A carência do íon ferro, por exemplo, chega a acometer mais de 25% dos indivíduos.

Na concepção descritiva, o leite, ou seja, a secreção das glândulas mamárias dos mamíferos, pode ser considerado uma emulsão de gorduras em água estabilizada por uma dispersão

coloidal de proteínas em uma solução de sais, vitaminas, peptídeos e outros componentes menores a um pH de 6,5 a 6,7. O leite é fonte do íon cálcio e de vitamina A, sendo encontrados também outros elementos relacionados a problemas de deficiência em recém-nascidos: fósforo, zinco, ferro e cobre.

No leite de vaca, 66% do cálcio apresenta-se associado à caseína, uma fosfoproteína que constitui em torno de 80% das proteínas totais do leite. No leite humano, a distribuição do cálcio fica em torno de 80% no soro e somente 10% ligado à caseína.

O íon cálcio está presente no organismo humano (1,5%-2,0%), fazendo parte da constituição dos dentes, unhas e ossos, e tendo primordial importância na sustentação e na formação da estrutura corporal. Pode-se destacar também sua participação em processos como a manutenção do batimento cardíaco, a coagulação sanguínea e a ativação de enzimas.

O íon ferro está presente em algumas proteínas, mas sua principal função está relacionada com o transporte, estoque e utilização do oxigênio molecular. Nesse sentido, esse ele-

mento encontra-se nas hemácias, transmitindo a estas o tom colorido com que são caracterizados os glóbulos vermelhos do sangue, as hemoglobinas (Hb). Essas proteínas têm o íon ferro na sua estrutura (Figura 1) e agem como veiculadoras, sob a forma de oxihemoglobina, do oxigênio que advém da respiração. Cada molécula de hemoglobina pode, portanto, transportar quatro moléculas de oxigênio, conforme a seguinte representação química:

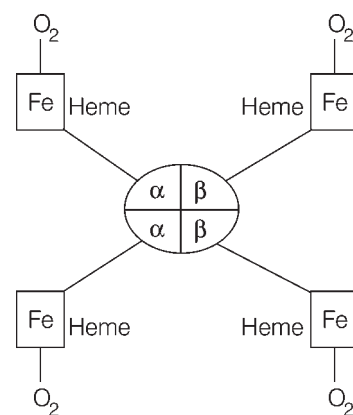
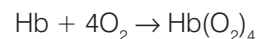


Figura 1: Estrutura simplificada da hemoglobina.

O organismo absorve o íon ferro no duodeno e no jejuno e, após a absorção intestinal, esse íon alcança a circulação. Mediante combinação com a glicoproteína transferrina, o íon ferro é transportado para a medula óssea, sendo que a fração do íon que não é imediatamente utilizada para a produção da hemoglobina fica armazenada sob a forma de ferritina. A quantidade diária necessária para um adulto é estimada em torno de 12 mg.

Materiais e reagentes

- Béquero de 25 mL ou copinhos de café de plástico;
- bastão de vidro ou palito de sorvete;
- proveta graduada de 10 mL ou seringa descartável de 10 mL ou de 25 mL;
- funil pequeno de vidro ou de plástico;
- filtro de papel para café;
- algodão;
- solução de hexacianoferrato(II) de potássio 1% (m/v);
- solução de tiocianato de amônio 1% (m/v);
- solução de hidróxido de sódio 3 mol/L;
- solução de cloreto férrico 5% (m/v);
- solução de ácido clorídrico 1:3 (v/v);
- solução de carbonato de sódio 5% (m/v);
- Semorin®;
- solução alcoólica de fenolftaleína 0,1% m/v (dissolver 1 comprimido de Lactopurga® em 100 mL de álcool comum).

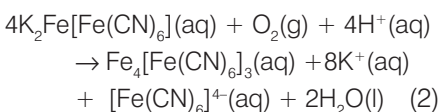
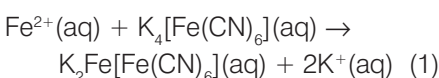
Nota: Todos os reagentes utilizados na prática podem ser encontrados em alguns jogos de química (Alquimia®, Aprendendo com a Química®). O carbonato de sódio é vendido em farmácias, enquanto que o hidróxido de sódio e o ácido clorídrico são comercialmente vendidos como soda cáustica e ácido muriático, respectivamente. O Semorin® é um produto vendido em supermercados que serve para tirar manchas de ferrugem; é uma solução de ácido oxálico.

Procedimento e reações químicas envolvidas

Identificação do íon ferro

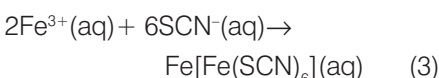
a) Coloque cerca de 20 mL de leite em um béquer, adicione 5 mL da solução de hexacianoferrato(II) de potássio e 5 mL da solução de ácido clorídrico 1:3.

Obs.: Na presença de hexacianoferrato(II) de potássio, obtém-se um precipitado de coloração azul intenso (azul da Prússia), devido à oxidação parcial do hexacianoferrato(II) de ferro e potássio ($K_2Fe[Fe(CN)_6]$ – eq. 1), a hexacianoferrato(II) de ferro(III) ($Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ – eq. 2).



b) Coloque cerca de 20 mL de leite em um béquer, adicione 10 mL da solução de tiocianato de amônio e 5 mL da solução de ácido clorídrico 1:3.

Obs.: Na presença do ânion tiocianato, SCN^- , tem-se uma coloração vermelha derivada do íon hexatiocianoferrato (III) ($[Fe(SCN)_6]^{3-}$ – eq. 3):

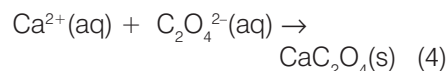


Identificação do íon cálcio

a) *Como oxalato de cálcio*: coloque cerca de 20 mL de leite em um béquer e adicione 5 mL da solução de ácido clorídrico 1:3. Homogeneize com bastão de vidro e filtre, utilizando um papel de filtro e um chumaço de algodão no fundo do papel de filtro para melhorar a eficiência da filtração. No filtrado, adicione uma solução preparada com 10 gotas de Semorin® e 5 mL da solução de hidróxido de sódio 3 mol/L.

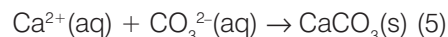
Obs.: Na presença do íon oxalato produz-se um precipitado branco de oxalato de cálcio – eq. 4. Em concentrações elevadas ocorre precipitação instantânea, porém em soluções mais diluídas pode ocorrer apenas

turvação.



b) *Como carbonato de cálcio*: siga o procedimento acima até a etapa de filtração. Adicione algumas gotas da solução de fenolftaleína ao filtrado e goteje a solução de hidróxido de sódio até que ocorra a viragem do indicador. Adicione 10 mL da solução de carbonato de sódio, agite com o bastão de vidro e deixe em repouso por 5 min.

Obs.: Na presença de carbonato de sódio produz-se um precipitado branco de carbonato de cálcio – eq. 5. É necessário proceder primeiramente à neutralização do filtrado, para que não haja formação de bicarbonato de cálcio, que é mais solúvel do que o carbonato.



Comentários

1. A adição de HCl ao leite desnatura as proteínas e permite que tanto o ferro como o cálcio sofram hidrólise e passem para o seio da solução. O íon cálcio, no entanto, como está em sua maioria ligado à caseína (no leite de vaca), acaba ficando, parcialmente, retido no papel de filtro, junto com a proteína que sofreu desnaturação.

2. O professor, a título de ilustração, pode escrever frases em uma cartolina ou papel com o auxílio de um cotonete, utilizando as soluções de NH_4SCN e $K_4[Fe(CN)_6]$. Após a secagem dessas soluções, borrifase uma solução de $FeCl_3$ sobre a cartolina ou similar e obtém-se como efeito imediato o aparecimento das frases que, antes incolores, tomam as respectivas cores dos compostos formados: vermelho e azul.

3. O Ministério da Saúde estuda a possibilidade de tornar obrigatória a adição de íon ferro no sal de cozinha, para intensificar o combate à anemia.

Questões propostas

1. Qual a função da adição da solução de NaOH para a formação do

precipitado de oxalato de cálcio?

2. Em quais outros sistemas do cotidiano a determinação qualitativa pode ser aplicada?

3. Os íons ferro e cálcio podem ser adicionados em que outros alimentos? Justifique.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos professores do Curso de Especialização para Professores de Química do Ensino Médio da PUC-RJ, em especial, aos professores José Marcos Godoy e Reinal-

do Calixto Campos, pelo grande incentivo e dedicação.

Jaylei Monteiro Gonçalves (jaylei@domain.com.br), licenciado em química pelas Faculdades de Humanidades Pedro II e mestre em química analítica pela UFRJ, é docente do Departamento de Farmácia do Centro Universitário de Barra Mansa, em Barra Mansa - RJ. **Katia Christina Leandro Antunes** (katialeandro@uol.com.br), licenciada em química pela UFF e doutoranda em química analítica pela PUC - RJ, é docente do Colégio Estadual Agripino Grieco, no Rio de Janeiro - RJ. **Alexandre Antunes** (asantunes@uol.com.br), licenciado em química pela Univ. Estadual do Rio de Janeiro, mestre e doutorando em química de produtos naturais pela UFRJ, é docente do Colégio Militar do Rio de Janeiro, e da Universidade Estácio de Sá, no Rio de Janeiro.

Para saber mais

BOBBIO, F.A. e BOBBIO, P.A. *Introdução à química de alimentos*. 2ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 1995.

SILVA, P.H.F. da. Leite: aspectos de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 3-5, 1997 (<http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/qnesc-09.html>).

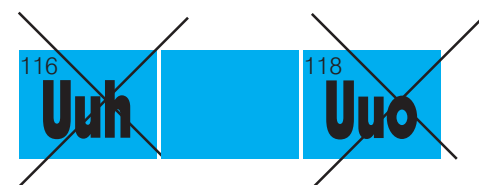
VOGEL, A.I. *Química analítica qualitativa*. Trad. A. Gimeno. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1980.

Sítio da International Page on Extracorporeal Technology: <http://perflines.com/curso-sangue/sangue04.html>

Abstract: *Qualitative Determination of Calcium and Iron Ions in Enriched Milk* – The central idea behind this paper is to propose an experimental class based on enriched milk that allows the teacher to touch, at a first moment, on the relationship between this food, present in the students daily life, and the battle against malnutrition and iron ion deficiency. After, to use the reactions derived from the qualitative verification of the presence of iron and calcium ions in milk as a way to introduce chemical concepts as, for example, chemical reaction, solubility, acidity, basicity, and chemical equilibrium. The election of the two ions is due to the easiness in the qualitative detection and to the visual effect attained in the exercises.

Keywords: enriched milk, qualitative analysis, iron, calcium, citizenship

Notas



Retratada a descoberta dos elementos 118 e 116

A equipe de pesquisadores do Laboratório Nacional Lawrence de Berkeley (LBNL), em Berkeley, Califórnia, EUA, retratou os resultados do experimento que levou ao anúncio da descoberta dos elementos de números atômicos 118 e 116 há dois anos (vide nota "Sintetizados novos elementos superpesados", em *Química Nova na Escola* n. 9, p. 45; <http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/qnesc-09.html>). Assim, ao invés do então anunciado, esses elementos permanecem sem ter sido sintetizados e, portanto, o elemento mais pesado até hoje sintetizado é o de número atômico 114.

Em uma curta nota enviada no final de julho de 2001 à revista *Physical Review Letters*, na qual, em 1999, foi relatada a descoberta dos dois elementos, os pesquisadores do LBNL informam que, em experimentos subsequentes, não observaram a cadeia de decaimento radioativo então relatada. Conseqüentemente, reanalisaram os arquivos de dados primários dos dados de 1999 e nada encontra-

ram. Assim, comunicam a retratação do anúncio.

Esta é mais uma demonstração de um traço fundamental da ciência: sua evolução ser um constante autocorrigir-se. Erros levam a experimentos irreprodutíveis, o que parece ser o caso; não se conseguiu reproduzir os experimentos no LBNL, nem no GSI – Centro de Pesquisas sobre Íons Pesados, em Darmstadt, Alemanha, ou no RIKEN – Instituto de Pesquisas Físicas e Químicas, no Japão. Segundo Charles Shank, diretor do LBNL, "o caminho a seguir é aprender dos erros e aumentar a vontade de encontrar respostas que a natureza ainda nos esconde".

Elemento 110 terá nome oficial em breve

No início de 1999, A IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) e a IUPAP (União Internacional de Física Pura e Aplicada) constituíram um grupo conjunto de trabalho, composto por quatro especialistas independentes, para estabelecer a prioridade sobre a descoberta dos elementos de números atômicos 110, 111 e 112 (para anúncio da descoberta desses elementos, vide *Química Nova na Escola* n. 5, p. 12; <http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/qnesc-05.html>). Os resultados

desse trabalho foram publicados recentemente no número de junho de 2001 da revista *Pure and Applied Chemistry* (cópia disponível em <http://www.iupac.org/publications/pac/2001/7306/7306x0959.html>).

Utilizando critérios previamente estabelecidos pela IUPAC/IUPAP para a descoberta de elementos, o grupo concluiu que esses critérios só foram totalmente preenchidos no caso do elemento de número atômico 110, cabendo a prioridade da sua descoberta ao grupo de pesquisadores do GSI – Centro de Pesquisas sobre Íons Pesados, em Darmstadt, Alemanha. No caso dos elementos de números atômicos 111 e 112, o grupo concluiu que pesquisadores também do GSI produziram dados de alta qualidade, mas que necessitam ser confirmados por resultados adicionais.

Em função dessas conclusões, a IUPAC já tomou duas medidas. Primeiro, solicitou ao grupo do GSI responsável pela descoberta do ununílio (nome sistemático do elemento de número atômico 110) que sugira um nome para esse elemento. Além disso, determinou que o grupo conjunto de trabalho inicie processo para o estabelecimento de prioridade sobre a descoberta de elementos de números atômicos superiores a 110.

(R.C.R.F.)