

Qualidade do Leite e Cola de Caseína

Luiz Henrique Ferreira
Ana Maria G. Dias Rodrigues
Dácio R. Hartwig
Cesar Roberto Derisso
(Grupo Química Legal)

Um dos fatores que determina a qualidade do leite é a sua acidez. Por outro lado, a caseína, principal proteína contida no leite, pode ser usada para a fabricação de um adesivo natural, bastante utilizado no passado. Neste artigo são relatadas duas experiências: uma de determinação da acidez do leite e outra descrevendo a preparação da cola de caseína.

Primeira experiência: determinação da acidez do leite

O leite fresco é levemente ácido (acidez natural), devido à presença de caseína, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos. A acidez pode aumentar através da hidrólise da lactose por enzimas microbianas (fermentação), que leva à formação de ácido láctico. Se essa *acidez desenvolvida* for muito elevada, o leite é impróprio para o consumo, pois ela indica alta atividade microbiana. Neste experimento, o que se determina é a acidez total do leite, o que permite avaliar a sua qualidade (condições para consumo). A acidez será expressa em graus Dornic.

Material e reagentes

1 pipeta volumétrica de 10 mL

1 erlenmeyer de 50 mL
1 bureta de 10 mL
Solução de NaOH 1/9 mol/L (0,111 mol/L), chamada de soda Dornic
Amostras de leite de origens ou marcas diferentes
Solução alcoólica de fenolftaleína

Observações

1) A pipeta volumétrica e a bureta podem ser substituídas por seringas descartáveis e o erlenmeyer, por um copo de vidro.

2) A solução de fenolftaleína poderá ser preparada a partir de um comprimido de Lacto-purga® (vide *Química Nova na Escola* n° 5, p. 28).

Cuidados

Evite o contato do NaOH e de sua solução com a pele. Caso isso ocorra, lave a região afetada com bastante água.

Procedimento

Coloque, com o auxílio da pipeta volumétrica, 10 mL de leite no erlenmeyer e, depois, adicione cerca de 10 mL de água. Adicione algumas gotas da solução alcoólica de fenolftaleína. Encha a bureta com a solução de soda Dornic e proceda a titulação do leite até que ele adquira uma coloração ró-

sea persistente por cerca de um minuto. Anote o volume de soda Dornic gasto. Repita esse procedimento para as outras amostras de leite.

Sabendo que cada 0,1 mL de soda Dornic gasto corresponde a uma acidez de um grau Dornic (1 °D), calcule a acidez das amostras de leite em graus Dornic e conclua se as amostras são próprias para consumo (acidez entre 16 e 20 °D).

Discussão

Nos laticínios, a acidez do leite é expressa em graus Dornic, fazendo-se a aproximação de que toda ela se deve a ácido láctico ($\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$, $M = 90,0$ g/mol). Para 10 mL de leite, utiliza-se uma solução de hidróxido de sódio de concentração 1/9 mol/L (0,111 mol/L), tal que cada 0,1 mL da solução neutraliza o equivalente a 0,0010 g (1,0 mg) de ácido láctico (essa solução é conhecida como *soda Dornic*). Neste caso, 0,1 mL de soda Dornic gasto na titulação corresponde ao que se denomina de um grau Dornic (1 °D); assim, a acidez do leite em graus Dornic pode ser calculada por meio da seguinte regra de três:

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ mL de soda Dornic} \rightarrow 1 \text{ °D} \\ x \text{ mL de soda Dornic gasta} \rightarrow y \text{ °D} \end{array}$$

Observação

A acidez do leite decorre da presença de ácidos orgânicos fracos. Portanto, a simples medida do seu pH não permite o cálculo da quantidade

de ácido presente.

Questões

1) Num laticínio, encontrou-se que um lote de 500 L de leite tinha acidez total de 18 °D. Determine qual é a massa de ácido láctico nesse lote, considerando que a acidez se deva somente a presença de ácido láctico.

2) Se num lote de leite a acidez total for superior a 20 °D, a correção dessa acidez com hidróxido de sódio seria suficiente para tornar esse leite próprio para consumo?

Segunda experiência: cola de caseína

As colas têm sido utilizadas por milhares de anos para uma grande diversidade de aplicações, sendo que até o início deste século as principais matérias-primas utilizadas eram de origem animal ou vegetal, como o sangue de alguns animais ou resinas naturais extraídas de folhas e troncos de algumas árvores. Atualmente, uma grande variedade de colas é produzida industrialmente a partir de substâncias sintéticas, com a finalidade de se obter propriedades adequadas aos novos materiais, como polímeros, cerâmicas especiais e novas ligas metálicas.

Algumas das colas produzidas pela indústria moderna apresentam alto poder de adesão combinado a uma apreciável resistência a temperaturas elevadas, enquanto outras mantêm uma considerável flexibilidade mesmo depois de curadas. Certas colas, como a de carpetes, por exemplo, embora eficientes, podem apresentar problemas para a saúde por eliminarem substâncias orgânicas voláteis por muito tempo depois de aplicadas.

As colas naturais ainda são recomendadas para aplicações consideradas não especiais, como para colar papéis ou peças de madeira na construção de pequenos objetos de uso doméstico. A cola de caseína, por exemplo, tem um grande poder de adesão e pode ser preparada com facilidade.

Na Primeira Guerra Mundial, essa cola era muito utilizada na construção de aviões que tinham sua estrutura montada quase exclusivamente com peças de madeira. Uma desvantagem que essa cola apresentava, assim como outras colas 'naturais', era a possibil-

idade de absorver umidade e, assim, desenvolver fungos que se alimentavam dela. Algumas ocorrências desse tipo levaram os construtores de aviões a abandonar a cola de caseína, o que parece ter sido uma decisão bastante razoável.

Material e reagentes

- 2 béqueres de 200 mL
- 1 proveta de 50 mL
- 2 pedaços de pano de aproximadamente 30 cm x 30 cm (malha de algodão dá bons resultados)
- 1 g de bicarbonato de sódio
- 125 mL de leite desnatado
- 1 limão

Obs: O béquer pode ser substituído por um copo de vidro e a pipeta por seringa de injeção descartável.

Procedimento

Esprema o limão e coe o suco utilizando um pedaço de pano. Adicione 30 mL de suco de limão a 125 mL de leite desnatado e agite bem. Coloque o outro pedaço de pano sobre o segundo béquer e coe a mistura de caseína e soro obtida. Esse procedimento é lento e poderá ser acelerado se a mistura for adicionada em pequenas quantidades, sempre com a posterior retirada da caseína. As porções de caseína retiradas (quase secas) podem ser colocadas sobre um pedaço de jornal, para que a umidade da massa obtida seja reduzida.

Após a separação da caseína, que deverá ter consistência semelhante à de um queijo cremoso, adicione o bicarbonato de sódio e misture bem até que a mistura se torne homogênea. Acrescente 15 mL de água e agite até que toda a massa se dissolva. A reação do ácido restante (do limão) com o bicarbonato de sódio deverá produzir uma pequena quantidade de espuma que em pouco tempo se desfaz.

Utilize pequenos pedaços de madeira ou de papel para testar sua cola. O resultado poderá ser observado em algumas horas.

Discussão

As proteínas são macromoléculas constituídas de unidades de aminoácidos. O termo proteína deriva da palavra grega *proteios*. Foi sugerido pela primeira vez por Berzelius, em 1838, e quer dizer 'mantendo o primeiro lugar', devido a sua importância como alimento.

A caseína é a principal proteína presente no leite (aproximadamente 3% em massa) e é bastante solúvel em água por se apresentar na forma de um sal de cálcio. Sua solubilidade é fortemente afetada pela adição de ácidos que, pela redução do pH, reduzem a presença de cargas na molécula, fazendo com que sua estrutura terciária seja alterada e, conseqüentemente, levando-a à precipitação. Esta redução de pH provoca a perda do cálcio, na forma de fosfato de cálcio, que é eliminado no soro.

A adição de bicarbonato de sódio leva à formação do caseinato de sódio, que tem propriedades adesivas, além de eliminar resíduos de ácido do limão. Industrialmente, a precipitação da caseína é feita pela adição de ácido clorídrico ou sulfúrico ou ainda pela adição de uma enzima presente no estômago de bovinos, a renina. Quando a precipitação da caseína tem por objetivo a produção de alimentos, como o queijo, por exemplo, são utilizados microrganismos que produzem ácido láctico, a partir da lactose.

Agradecimento

Agradece-se à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) o apoio ao projeto Desenvolvimento de um Laboratório Piloto Para a Escola do 2º Grau, dentro do qual as experiências aqui relatadas foram desenvolvidas.

Luiz Henrique Ferreira, mestre em química analítica pela USP e doutorando em química orgânica pela Unicamp, é coordenador da área de química do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP, em São Carlos - SP e membro do Grupo "Química Legal". **Ana Maria G. Dias Rodrigues**, licenciada em química pela UFSCar e doutora em ciências pela USP, é professora doutora do Instituto de Química de São Carlos da USP, em São Carlos - SP e membro do Grupo "Química Legal". **Dácio R. Hartwig**, licenciado em química pela UFSCar e doutor em didática pela USP, é professor adjunto do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSCar, em São Carlos - SP e membro do Grupo "Química Legal". **Cesar Roberto Derisso** é aluno do curso de bacharelado em química do Instituto de Química de São Carlos da USP e monitor do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP, em São Carlos - SP e membro do Grupo "Química Legal".

Para saber mais

BEHMER, M.L.A. *Tecnologia do leite*. 15a. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1984.