

ESTUDO DA VARIAÇÃO DO pH DO SORO DE QUEIJO EM FUNÇÃO DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO A GRADIENTES DE TEMPERATURA

Eliza Sbrogio Martin

Mestre (Química dos Materiais - Unesp Ilha Solteira)
Docente da Fundação Educacional de Fernandópolis/SP

Maria Elisa Furlan Gandini Castanheira

Doutora (USP- Ribeirão Preto/SP)
Docente do Instituto Federal de São Paulo, Votuporanga/SP

Daniela Felipe Rodrigues

Graduanda da Fundação Educacional de
Fernandópolis, Fernandópolis/ SP

Aline Féboli

Mestre (Química dos Materiais - Unesp Ilha Solteira)
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas/MS-AEMS

RESUMO

Sabe-se que o soro de queijo é um subproduto de grande potencial poluidor e que possui uma instabilidade quanto ao seu pH principalmente quando exposto a elevadas temperaturas, fator qual não é levado em consideração ao utilizar esse soro para irrigação de solos em áreas agrícolas e na alimentação animal. O presente trabalho realizou uma varredura na variação do pH em função do tempo de envelhecimento e da temperatura de exposição do soro e a estabilidade do pH do soro após o processo de pasteurização.

PALAVRAS-CHAVE: Soro de queijo; pH; Temperatura.

INTRODUÇÃO

Dentre os problemas enfrentados pela indústria do setor de laticínio encontra-se o soro de queijo, efluente gerado constituído de uma porção aquosa que se separa do coágulo durante a fabricação convencional do queijo ou manufatura da caseína. Esse soro se rejeitado como efluente constitui-se em potencial poluente, devido à sua elevada carga orgânica e alta DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Antunes e Gomez (ANTUNES *et al.*, 1990) relatam que 50.000 litros de soro, se lançados como efluente, equivalem ao esgoto de uma cidade de 25.000 habitantes.

O soro consiste de cerca de 85 a 90% do volume de leite usado para a transformação em queijo e retém cerca de 55% dos nutrientes do leite dos quais 71% são lactose, 10% são proteína bruta, 12% são gordura e 11% são sais minerais (LIZIEIRE *et al.*, 2010), dessa forma para cada litro de soro são desperdiçados aproximadamente 50g de lactose e 10 g de proteína com valor nutricional agregado. Sendo assim, faz-se necessário repensar sobre a reutilização desse subproduto, agregando valor ao mesmo e reduzindo a carga poluente gerada pelos laticínios.

O soro de queijo pode ser classificado conforme seu grau de acidez em soro doce, soro com acidez média e soro ácido, segundo valores de pH de 5,8 a 6,6; 5,0 a 5,8 e 5,0, respectivamente (ROBSON, 1978). O soro doce é obtido a partir da preparação dos queijos tipo cheddar e mozzarella e o soro ácido é obtido após preparação do queijo tipo cottage.

Devido ao soro de queijo ser um produto corrosivo e por tornar-se mais ácido (pH= 3,5) e menos palatável após 1,5 a 2 dias de armazenamento (ROBSON, 1978) são necessárias medidas que visem o aproveitamento deste subproduto e/ou tratamento e descarte que não venham causar impactos ao meio ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação de pH (potencial hidrogeniônico que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução) desse soro em função do tempo de envelhecimento e da temperatura de exposição para que em um trabalho seguinte possa-se realizar um estudo bibliográfico e prático sobre as consequências do descarte inadequado do soro de queijo ácido em solos.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

A obtenção do soro de queijo é resultante da acidificação do leite (em menor grau) por uma cultura bacteriana que transforma os açúcares do leite em ácido láctico, seguido pela adição de uma enzima, a quimosina (coalho) que completa a coagulação transformando o leite em coalhada e soro.

A adição de uma cultura bacteriana desencadeia um processo denominado fermentação láctica, que, de maneira simples, é um processo metabólico que utiliza açúcares para obter energia (ATP), transformando a lactose, que é o açúcar

presente no leite, em glicose e galactose que, ao final são convertidas em ácido láctico.

Essas bactérias, juntamente com o gênero *Lactobacillus*, constituem as bactérias lácticas. Uma grande importância dessa família é a aplicação da espécie *Streptococcus thermophilus* e/ou *Leuconostoc helveticus*, serem utilizadas na produção de leite fermentado, queijos e manteiga.

A espécie *Streptococcus thermophilus* é um microrganismo termofílico (a temperatura ótima de crescimento varia entre 37 e 42 °C) não se desenvolvem bem em temperaturas mais baixas, (18-20 °C), termotolerante (maior resistência a tratamentos aquecimento e pasteurização a 62°C durante 20-30 min.) (BEAL *et al.*, 1989). Essa espécie é natural em muitas culturas para a produção de queijos tipo Asiago, Itálico, Montasio, Provolone, Mozarela, Gruyère, Emental, etc., também podendo ser utilizado como um fermento em muitos produtos a temperaturas superiores a 35°C e em muitos leite fermentado.

Na intenção de minimizar impactos ambientais e/ou agregar valor a esse subproduto gerado no setor de laticínios, é possível encontrar vários estudos da composição e da reutilização do soro de queijo. A indústria alimentícia investiga a utilização do soro líquido ou em pó para alimentação humana ou animal devido a sua alta quantidade de proteína e lactose (MIZUBUTI, 2012). Na área de agronomia e botânica há muitos estudos referentes a sua utilização como fertilizante e a quantidade de macro nutrientes que podem ser absorvidas pelas plantas em resposta à aplicação de diferentes doses de soro de queijo ao solo (MORRILL *et al.*, 2012). Já na biotecnologia muitos trabalhos pesquisam métodos de reduzir o impacto ambiental causado pelo soro de queijo através da produção de biomassa, ou ainda, a conversão de soro de queijo em etanol (AYUB, 2012), etc.

Como consequência da composição rica em N, P e K a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do soro é alta, dez vezes superior à do esgoto doméstico. Sendo assim, o seu descarte inadvertido em cursos de água pode causar danos ambientais inestimáveis. Por outro lado, quando bem utilizado, em particular como fertilizantes em aplicação controlada em pastagens, pode proporcionar benefícios valiosos.

Pode-se notar que há uma grande preocupação em encontrar maneiras de minimizar os impactos ambientais causados por esse resíduo. Conforme já citado, uma das maneiras mais utilizadas de reaproveitamento do soro de queijo é a sua

utilização como fertilizante agrícola, sendo esta uma técnica muito difundida em vários países pelo fato desse subproduto ser fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, chegando a conter 1,3 g/L, 1,1 g/L e 1,9 g/L desses elementos, respectivamente. No entanto, esta prática não é recomendada por um longo período, pois com o tempo, podem ocorrer grandes depósitos de sais e assim, reduzir a fertilidade dos solos (GHERI, 2003).

SABRA, G. relatou que devido sua grande produção, elevada carga orgânica e principalmente por ser de difícil biodegradabilidade, o soro de queijo se torna um substrato atraente para utilização em processos fermentativos por microrganismos, devido ao seu alto teor de lactose. Através da fermentação, por bactérias ou fungos, a lactose pode ser convertida em biomassa ou etanol, apresentando-se, desse modo, como uma alternativa mais simples e de menor custo para diminuição da poluição ambiental (SABRA, 2004).

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais

As análises foram realizadas nos laboratórios de química da Fundação Educacional de Fernandópolis. Foram utilizados os seguintes materiais:

Forma utilizadas vidrarias de uso geral como: bastão de vidro, béquer, proveta, pipeta, termômetro, etc.

Para aquecer as amostras de soro mantendo-as em temperatura constante foi utilizado um sistema de banho-maria com termostato da marca Nova Ética, modelo 316/ 5D.

O pH das amostras foi medido utilizando um pHmetro (peagâmetro) digital Quimis que foi devidamente calibrado a cada nova amostra.

2.2 Metodologia

As amostras de soro foram fornecidas pelo Estrela d'Oeste Laticínios, localizado na cidade de Estrela d'Oeste- São Paulo. O soro analisado foi do tipo doce, procedente da coagulação enzimática, proveniente da produção de queijo tipo Mozzarella. As amostras foram recolhidas no período da manhã logo depois de

produzidas, anteriormente a serem encaminhadas para o descarte pelo laticínio. O pH das amostras de soro foi inicialmente medido logo após sua coleta. Todas as medidas foram realizadas em triplicata e as análises foram efetivadas levando-se em conta a média dos pHs obtidos nas temperaturas selecionadas. O monitoramento da variação de pH seguiu os seguintes métodos:

Método 1: As amostras recolhidas foram deixadas a temperatura ambiente e o pH foi monitorado primeiramente após oito horas de coleta e posteriormente foi monitorado em intervalos de 24 horas por 3 dias.

Método 2: As amostras provenientes do mesmo material utilizado para análise no método 1 foram aquecidas em banho-maria por temperaturas pré-determinadas que podem ser observadas na Tabela 1. O pH foi monitorado em intervalos de tempo igualmente ao Método 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram monitoradas um total de 15 amostras, em triplicata, tendo cada amostra um volume definido em 250mL. O pH do soro de queijo foi monitorado em intervalos pré-determinados sendo: recém coletado e após um período de tempo de 8, 32 e 56 horas; e em exposição a diferentes temperaturas. Os resultados referentes a variação de pH em função da temperatura e tempo encontram-se na Tabela abaixo.

Tabela 1: Estudo comparativo da variação de pH do soro de queijo quando submetido a diferentes temperaturas em intervalos de tempo.

Temperatura de Tratamento do Soro de queijo.	pH do soro recém coletado	pH do soro após 8h	pH do soro após 32h	pH do soro após 56h
20°C	6,73	6,65	5,20	4,46
30°C	6,73	6,67	4,15	3,70
35°C	6,50	4,48	3,57	3,50
40°C	6,47	4,13	3,53	3,47

45°C	6,60	4,08	3,51	3,40
50°C	6,44	4,96	3,85	3,80
55°C	6,52	6,04	5,85	5,80
60°C	6,46	6,22	6,10	6,10

Fonte: da pesquisa (2015).

Pode-se observar que de 20 a 50°C tem-se uma queda considerável de pH em função do tempo de tratamento quando comparado ao soro recém coletado; e que, na faixa de temperatura entre 30 e 45°C o decaimento do pH foi mais acelerado, indicando que nesse intervalo, o acréscimo na temperatura provoca uma diminuição mais acentuada do pH com relação ao tempo.

Sabe-se que a queda do valor de pH é decorrente da fermentação láctica realizada pelas bactérias presentes no soro de queijo que convertem açúcares em ácido láctico para a produção de ATP. Sabe-se que a espécie *Streptococcus thermophilus*, microrganismos utilizados no processo de fabricação de queijo, crescem em pH compreendido entre 5,5 e 6,0, sendo que, conforme a acidez aumenta, ocorre uma inibição do processo de fermentação (LIMA et al., 1975), e que, a temperatura ótima de crescimento varia entre 37 e 42°C não se desenvolvendo bem em temperaturas mais baixas, 18-20°C e acima de 62°C, temperatura na qual sua exposição por vinte a trinta minutos provoca a pasteurização do sistema (SABRA et al., 2004). Assim, podemos concluir que a partir de 50°C tem-se um começo do processo de pasteurização do soro de queijo diminuindo a eficiência da fermentação láctica, sendo que, a exposição do soro a 60°C por 24 horas provoca a pasteurização total do meio.

Em uma análise comparativa uma amostra de soro de queijo recém coletado, com pH igual a 6,46, foi dividido em duas porções: uma foi tratada em banho térmico a 60°C e outra deixada a temperatura ambiente (entre 20 e 30°C). Os resultados das medidas de pH realizadas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Estudo comparativo do pH do soro de queijo tratado a 60°C e deixado a temperatura ambiente.

	soro recém coletado	soro após 8 horas	soro após 24 horas	soro após 32 horas	soro após 56 horas
pH do soro Tratado a 60° C	6,46	6,22	6,10	6,10	6,10
pH do soro a temperatura ambiente (20-30°C)	6,46	6,28	5,80	5,39	4,80

Fonte: da pesquisa (2015).

Em um comparativo da Tabela 1 com a Tabela 2 percebe-se que as amostras que permaneceram sobre temperatura ambiente apresentaram a variação de pH menor que as amostras tratadas termicamente na mesma temperatura, o que pode ser explicado devido à instabilidade na manutenção da mesma.

Além do pH e temperatura, outro fator que inibe o processo fermentativo é a diminuição da concentração do substrato (lactose). Com o passar do tempo há a diminuição da fonte de nutrientes dos microrganismos, o que reduz também o processo fermentativo – liberação de ácido láctico (BORZANI et al., 1975).

Os estudos foram finalizados após 56 horas de tratamento, pois, após esse tempo não houve variação significativa de pH.

Foi realizado um estudo sobre a estabilidade do pH do soro de queijo ácido quando pasteurizado e armazenado sobre diferentes condições de temperatura. Para isso, três amostras de 250mL foram tratadas em banho térmico a 45°C por 56 horas apresentando um pH igual a 3,45, após esse tratamento as amostras foram então pasteurizadas a temperatura de 60°C por 24 horas. Posteriormente aos tratamentos descritos uma das amostras foi colocada em congelador, outra em geladeira a 0,5°C, e outra deixada a temperatura ambiente. Nessas amostras foi

monitorado o pH e o odor do soro após intervalos de tempo. Os resultados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Monitoramento da variação de pH do soro de queijo em função da temperatura após pasteurização.

	Após 24 horas	Após 7 dias	Após 14 dias	Após 21 dias
pH do soro Tratado a 60°C deixado a temperatura ambiente.	3,41	3,41	3,38	3,38
pH do soro Tratado a 60°C e estocado a temperatura de 0,5°C	3,33	3,34	3,31	3,30
pH do soro Tratado a 60°C deixado congelado.	3,47	3,40	3,33	3,30

Fonte: da pesquisa (2015).

Para realização das medidas contidas na Tabela 3 as três amostras foram deixadas a temperatura ambiente por um tempo necessário até que todas atingissem a mesma temperatura para que então fossem feitas as medidas de pH. Os resultados mostram que o processo de pasteurização do soro de queijo mediante tratamento térmico mostra ser uma boa alternativa de estabilização do pH do soro de queijo para futuras aplicações que utilizem o soro com pH definido.

Para as amostras contidas na Tabela 3 o odor manteve-se característico, mesmo com o soro deixado a temperatura ambiente. Porém, percebe-se que o soro deixado congelado apresenta características e odor mais próximos a quando foi recém tratado termicamente a 60°C.

Outras análises realizadas mostraram que a variação de volume de soro de queijo tratado termicamente ou não, não influencia na variação de pH.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos foram condizentes com o que preconiza a literatura. Os estudos mostraram que a acidez do soro de queijo aumenta no decorrer do tempo conforme o aumento de temperatura, fato esse explicado devido ao processo de produção do ácido láctico obtido no processo de fermentação láctica. Entretanto por ser um estudo realizado com elementos microbiológicos e, portanto, vulnerável a diversos fatores, tem-se um limiar de temperatura a qual o meio pode ser exposto sem perder as propriedades.

Detectou-se, no presente estudo, uma significativa queda de pH de acordo com o aumento da temperatura em faixas que variaram de 30 a 45°C, sendo que em 55°C o decaimento torna-se menor, muito provavelmente devido ao início do processo de pasteurização do soro.

Em tratamento a 60°C por 24 horas percebeu-se que houve a esterilização do meio não havendo mais variação de pH no decorrer do tempo, independente da temperatura na qual esse soro possa a ser armazenado posteriormente. Após esterilização observou-se que o pH e que características organolépticas como aparência e odor permaneceram constantes em amostras de soro congelada, resfriadas ou deixadas a temperatura ambiente.

A importância desse trabalho foi realizar um estudo prévio relacionando a variação de pH em função da temperatura para que possa servir como referência quanto à destinação final desse resíduo, como por exemplo, em irrigação de solos ou ainda quando despejados em cursos d'água.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. A. F.; GOMEZ, R. J. H. C. **Soro**: Perspectiva de uso industrial. Londrina: UEL, 1990. Apostila da disciplina Ciência e Tecnologia do leite e derivados, 54p.

BEAL, C.; LOUVET, P.; CORRIEU, G. Influence of controlled pH and temperature on the growth and acidification of pure cultures of *Streptococcus thermophilus* 404 and *Lactobacillus bulgaricus* 398. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 32, n.1, p. 148-154, 1989.

BORZANI, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E. **Biotecnologia**: Engenharia Bioquímica. V.3, Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1975, 300p.

GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.6, p.753-760, 2003.

LABORATÓRIO produz etanol a partir de soro de leite. **Revista Pesquisa FAPESP**. v. 199, setembro de 2012.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotecnologia: Tecnologia das fermentações**. v.1, Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1975, 286p.

LIZIEIRE, R. S.; CAMPOS, O. F. **Soro de queijo “in natura” na alimentação do gado de leite**. Embrapa - Instrução Técnica para o produtor de leite, 2010.

MORRILL, W. B. B. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p. 2-6, 2012.

MIZUBUTI, I. Y. Soro de leite: composição, processamento e utilização na alimentação. **Journal of Candido Tostes Dairy Institute**, v. 67, n. 385, p. 5-9, 2012.

ROBSON, R. K. *Some aspects of the utilization of whey*. **Dairy Industries International**, v.1, n.1, p. 14-20, 1978.

SABRA, G. Aproveitamento biotecnológico do soro de queijo para produção de proteína microbiana por *Kluyveromyces marxianus*. Universidade de Mogi das Cruzes, 2004. Dissertação (Mestrado).