Artigo

EFEITO DO SORO DE LEITE NO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DO DOCE DE LEITE PASTOSO

Effect of whey during the concentration of "dulce de leche"

Fernanda Lopes da SILVA[1]
Hiani Aparecida Lima FERREIRA[2]
Antônio Fernandes de CARVALHO[3]
Ítalo Tuler PERRONE[4*]

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram determinar o efeito da adição de soro ao leite para fabricação de doce de leite, a partir da variação do teor de sólidos solúveis durante a evaporação e determinar o impacto no rendimento industrial. Neste trabalho foram preparadas formulações de doce de leite, com a substituição do soro de leite em três diferentes níveis (0%, 25% e 50%), com duas repetições cada. Avaliou-se a concentração de sólidos solúveis durante o processamento e o rendimento final. De acordo com as condições estabelecidas no experimento a adição de soro de leite conduz a uma redução do tempo de processo, tal como evidenciado pela maior variação na taxa de sólidos solúveis ao longo do tempo. Em contrapartida, reduziu o rendimento final em comparação com o tratamento sem soro.

Palavras-chave: sólidos solúveis; rendimento; taxa de evaporação.

ABSTRACT

The aim of this study was determine the effect of whey addition to the "dulce de leche" production by checking the variation of soluble solids during evaporation and determine the influence on the yield. In this work were prepared formulations of "dulce de leche", with substitution of whey on three different levels (0%, 25% and 50%), with two replicates each. We evaluated the concentration of soluble solids during processing and the final yield. According to the conditions established in the experiment the whey addition leads to a reduction on the process time, as evidenced by the greater variation on the rate of soluble solids over time. In the other hand reduced the final yield as compared to treatment without whey.

Keywords: soluble solids; yield; evaporation rate.

1 Estudante de graduação de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: fernanda.l.silva@ufv.br
2 Estudante de graduação de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: hiani.ferreira@ufv.br
3 Doutor em Sciences et Techniques des Industries Agricoles et Alimentaire. Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: antoniofernandes@ufv.br
4 Doutor. Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: italo.perrone@ufv.br
* Autor para correspondência:Universidade Federal de Viçosa (UFV).Departamento de Tecnologia de Alimentos. Avenida Peter Henry Rolfs S/N, Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.CEP 36571-000. E-mail: italo.perrone@ufv.br

Recebido/ Received: 26/04/2013
Aprovado / Approved: 15/07/2013

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia empregada na fabricação do doce de leite permite que esse produto seja conservado em temperatura ambiente devido à baixa atividade de água criada pela concentração do leite e adição do açúcar. Diversos aditivos e coadjuvantes de processamento são permitidos, assim como o emprego de amidos modificados, que não deve ultrapassar o limite de $0{,}5g \cdot 100mL^{-1}$. O doce de leite apresenta consistência pastosa ou cremosa e homogênea, sem grumos, flocos ou bolhas, cor caramelo brilhante proveniente da reação de Maillard, aroma próprio e sabor característico. Inúmeras indústrias têm utilizado soro de leite na fabricação de doce de leite, adicionando-o ou substituindo parcialmente o leite com o objetivo de diminuir custos de fabricação e ainda resolver ou minimizar um problema ambiental (MADRONA et al*.,* 2009).

De acordo com a Portaria 354, de 04/09/1997:

> "entende-se por Doce de leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor à pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adção de sólidos de origem lácteas e/ou creme adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos)" (BRASIL, 1997).

O processamento de doce de leite com adição de soro é apresentado na Figura 1, que possui o mesmo fundamento do proposto por Hosken (1969).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (ABIQ, 2011) a estimativa da produção de queijos em laticínios sob inspeção federal (SIF) foi de aproximadamente 745 mil toneladas no ano de 2010, o que gera aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de soro. Isso pode causar elevado impacto ambiental quando eliminado sem tratamento (SILVA et al*.,* 2011). Mais da metade dos sólidos presentes no leite são constituintes do soro, incluindo grande parte da lactose, proteínas do soro, sais minerais e vitaminas solúveis (ATRA et al*.,* 2005). Desta forma, a utilização deste coproduto para fabricação de derivados lácteos se torna uma alternativa viável. A concentração de uma mistura de leite, soro de leite e açúcar possibilita a obtenção de um doce semelhante ao tradicional (MADRONA et al*.,* 2009).

Os objetivos deste trabalho foram determinar o efeito da adição de soro ao leite para fabricação de doce, a partir da variação do teor de sólidos solúveis durante a evaporação e determinar o impacto no rendimento industrial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram utilizados leite pasteurizado e soro de leite provenientes do Laticínio Viçosa, açúcar refinado e bicarbonato de sódio

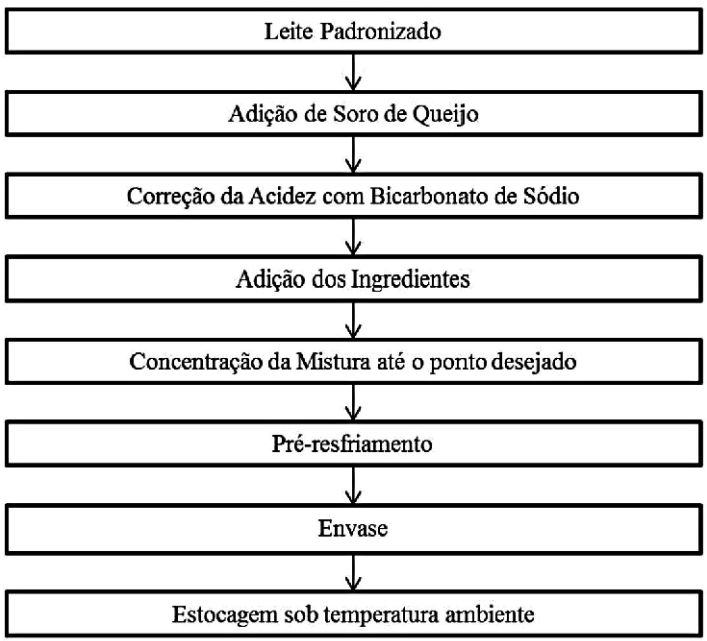


Figura 1 – Fluxograma de Processamento

de marcas comerciais e citrato de sódio P.A. O leite e o soro foram analisados quanto aos teores de sólidos totais, gordura, proteínas e lactose. O teor de gordura foi determinado utilizando-se o método de Gerber e o teor de lactose pelo método de Coramina-T, descritos por Wehr; Frank (2004). A leitura do resultado do teor de gordura foi realizada diretamente na escala do butirômetro e expresso em percentual ($m \cdot v^{-1}$). A determinação do extrato seco foi realizada pelo método gravimétrico, que consiste na perda da umidade por dessecação a 102 ºC ± 2 ºC e pesagem do extrato seco total de uma quantidade de amostra (IDF, 1987). O teor de nitrogênio total (NT) foi obtido a partir da análise do nitrogênio pelo método de Kjeldahl e transformado em teor de proteínas por meio do fator 6,38 (IDF, 1993).

A produção do doce de leite seguiu o processo tradicional proposto por Hosken (1969), englobando três tratamentos com duas repetições cada: controle (sem substituição) e com 25% e 50% de substituição de soro (Tabela 1). Os teores de substituição de leite por soro escolhidos estão de acordo com os descritos no trabalho de Perrone et al. (2008)**.** As formulações foram: açúcar (20%), bicarbonato de sódio (1,1%) e citrato de sódio (1,5%). As fabricações foram realizadas no Laboratório de Novos Produtos da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Tabela 1– Identificação dos tratamentosutilizados.

Tratamento	Leite (%)	Soro (%)
1	100	0
2	75	25
3	50	50

O acompanhamento do processo de concentração do doce foi realizado e a cada 15 minutos retirou-se uma porção para realização de leitura refratométrica feita entre20 ºC e 40 ºC, até concentração final, de (68 ± 2) ºBrix.

Para avaliar o rendimento todos os ingredientes foram pesados, assim como todo o doce produzido e o vapor condensado, sendo empregadas as equações de rendimento de acordo com Perrone et al. (2012).

As análises estatísticas dos resultados foram conduzidas por intermédio do Software Excel® (versão 2010). Os dados fo ram analisados por meio da análise de variância comteste de Tukey para comparação de médias "a posterior".

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição média do soro e do leite empregados neste trabalho é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição média do soro e do leite

Atributo	Leite	Soro
Umidade ($\%m \cdot m^{-1}$)	88,31±0,15	93,05±0,18
Sólidos totais ($\%m \cdot m^{-1}$)	11,69±0,15	6,95±0,18
Gordura ($\%m \cdot v^{-1}$)	2,95±0,05	0,57±0,10
Lactose ($\%m \cdot v^{-1}$)	4,90±0,14	5,29±0,12
Proteínas ($\%m \cdot v^{-1}$)	2,92±0,02	0,81±0,03

A variação no teor de sólidos solúveis durante o processamento dos três tratamentos está exibida na Figura 2. A reta apresentada no gráfico identifica a concentração final padronizada para os tratamentos elaborados (68 ± 2 °Brix). A partir dos resultados obtidos, três equações polinomiais de segundo grau foram determinadas, Equações 1, 2 e 3, sendo Y a variável dependente que representa o teor de sólidos solúveis e X a variável independente que representa o tempo de processo.

$Y = 0{,}0007\ x^2 + 0{,}3913\ x + 25{,}15$ ($R^2 = 0{,}9657$) **(1)**
$Y = 0{,}0010\ x^2 + 0{,}3527\ x + 24{,}93$ ($R^2 = 0{,}9839$) **(2)**
$Y = 0{,}0087\ x^2 - 0{,}0547\ x + 26{,}55$ ($R^2 = 0{,}9965$) **(3)**

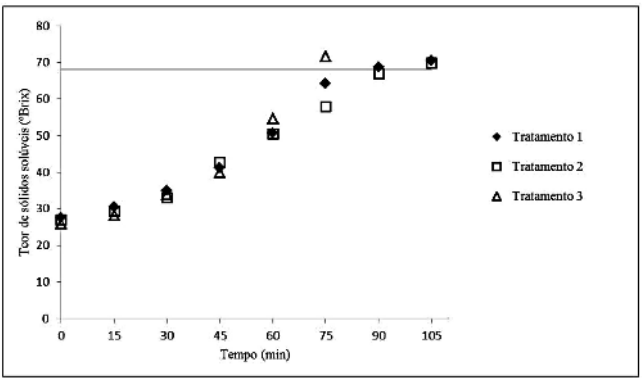


Figura 2 – Concentração média de sólidos solúveis ao longo do processamento de fabricação do doce de leite (n=2). Sendo: tratamento 1 = sem substituição do leite, tratamento 2 = com 25% de substituição do leite e tratamento 3 = com 50% de substituição do leite.

A partir da avaliação da concentração de sólidos durante o processamento verificou-se que o tempo necessário para atingir o teor de sólidos solúveis final foi menor para o doce de leite com 50% de substituição, sendo de 75 minutos em média, enquanto que os outros dois tratamentos necessitaram de 105 minutos em média para atingir a concentração de sólidos solúveis final desejada. Desta forma, no tratamento com 50% de substituição de leite pelo soro houve uma redução de aproximadamente 29% no tempo de processamento total do doce, o que representa economia de vapor durante a fabricação.

A partir desses dados foram calculadas as derivadas primeiras, que representam a velocidade de concentração de sólidos solúveis ao longo do tempo de processamento (a taxa de variação infinitesimal do teor de sólidos solúveis com o tempo). A Figura 3 apresenta o comportamento destas derivadas.

A partir da análise da variação da velocidade de concentração ao longo do tempo, pode-se notar que o tratamento 3 apresentou maior taxa de concentração. Percebe-se que inicialmente a velocidade de concentração deste tratamento foi menor que a dos demais, pois inicialmente este tratamento apresentava elevado teor de água, o que dificulta a concentração do teor de sólidos solúveis. No entanto, ele atinge rapidamente os demais tratamentos, em aproximadamente 24 minutos, e alcança a concentração final desejada mais rapidamente que os demais tratamentos, como já observado na Figura 2. Pode-se explicar este aumento na velocidade de concentração pelo menor volume de doce presente no tacho, devido à evaporação inicial do alto conteúdo de água, permitindo desta forma, uma maior taxa de transferência de calor, uma vez que a área de troca térmica manteve-se constante. Observa-se também que a diferença apresentada pelos tratamentos 1 e 2 são mínimas, indicando que a substituição de 25% interfere pouco na velocidade de concentração do doce de leite, mas ainda assim, é capaz de ultrapassar a taxa de concentração do tratamento sem substituição, fator que pode ser explicado também pelo maior conteúdo de água a ser evaporado.

As análises dos fatores de rendimento calculados para o doce estão apresentadas na Tabela 3.

Percebe-se que houve diferença significativa ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey entre a massa de água evaporada e a razão entre massa inicial e massa de doce, sendo que o tratamento 3 foi o que apresentou menores médias para ambos os fatores. Os outros dois fatores analisados, razão entre massa de vapor e de água evaporada e tempo, não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey.

Ao substituir 50% da massa de leite por massa de soro o conteúdo de água a ser evaporada para se atingir a concentração desejada é muito maior, o que implica em um menor rendimento, observado na menor razão entre a massa inicial e a massa de doce. Trabalhos sobre a adição de soro na fabricação de doce de leite também demonstram a diminuição do rendimento (COSTA JÚNIOR et at*.,* 2008; PERRONE et al*.,* 2008).

No entanto, se observa que embora a quantidade de água evaporada para o tratamento 3 seja maior, esse tratamento apresentou menor tempo de processamento. Essa informação possui importante aspecto tecnológico para a indústria e para o desenvolvimento de produtos lácteos concentrados por ação do calor, uma vez que a substituição de leite por soro na produção de doce de leite aumenta a quantidade de água a ser evaporada durante o processo, contudo não aumenta o tempo de evaporação. O comportamento esperado era o aumento do tempo de evaporação, causado por uma maior

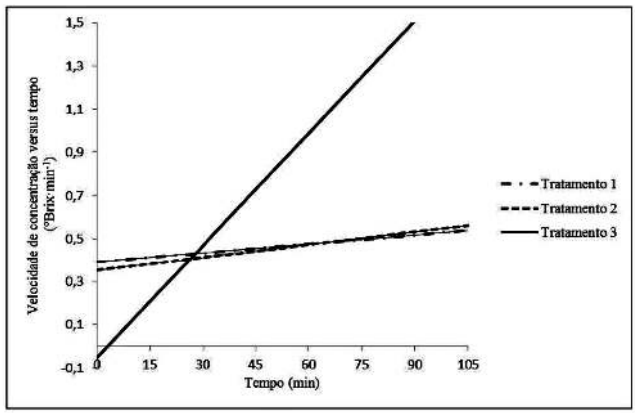


Figura 3 – Velocidade de concentração de sólidos solúveis ao longo do tempo de processamento. Sendo: tratamento 1 = sem substituição do leite, tratamento 2 = com 25% de substituição do leite e tratamento 3 = com 50% de substituição do leite.

Tabela 3 – Média dos fatores de rendimento de doce de leite.

Tratamento	Massa de água evaporada (kg)	Razão entre vapor e água evaporada ($kg \cdot kg^{-1}$)	Razão entre massa inicial de leite e/ou soro e massa de doce ($kg \cdot kg^{-1}$)	Tempo (minutos)
1	9,88±0,11[a]	1,53 ± 0,06[a]	2,47 ± 0,05[a]	92,0 ± 1,4[a]
2	10,16±0,12[ab]	1,48 ± 0,02[a]	1,90 ± 0,05[a]	89,0 ± 18,4[a]
3	10,37±0,08[b]	1,49 ± 0,02[a]	1,43 ± 0,01[b]	80,5 ± 0,7[a]

Sendo: tratamento 1 = sem substituição do leite, tratamento 2 = com 25% de substituição do leite e tratamento 3 = com 50% de substituição do leite. Obs.: Letras iguais indicam que não há diferença entre as médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

quantidade de água a ser evaporada, proveniente da substituição do leite por soro. Contudo os resultados mostram comportamento contrário, indicando que a razão entre aárea de troca de energia na forma de calor no tacho para o volume de produto durante a concentração fica favorecida com a adição de soro, e, consequentemente impacta na diminuição no tempo de processo. Outros aspectos não avaliados neste trabalho como a formação de cristais de lactose e a aceitação sensorial do doce de leite obtido a partir de misturas de leite e soro devem ser claramente avaliados no desenvolvimento e na consolidação da tecnologia de produção de doce de leite com soro, tendo sido estudados por outros pesquisadores (PERRONE et al., 2008; MADRONA et al., 2009; SILVA et al. 2011).

4 CONCLUSÕES

A utilização do soro de leite dentro das condições do experimento possibilitou a redução do tempo de processamento, evidenciado pela maior taxa de variação do teor de sólidos solúveis com o tempo, contudo reduziu o rendimento da fabricação quando comparado ao processo sem adição de soro.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJOS(ABIQ). **Consumo nacional de queijos.** 2011. Disponível em: <http://www.abiq.com.br/imprensa_ler.asp?codigo=1003&codigo_categoria=2&codigo_subcategoria=17>. Acessoem: 24 abril 2013.

ATRA, R.et al. Investigation of ultra-and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. **Journal of food engineering**, London, v.67, n. 3, p. 325-332, 2005.

BRASIL.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 354, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 8 de set. de 1997. Disponível em: <http:/www.agricultura.gov.br/legislação>. Acesso em: 14 jan. 2013.

COSTA JUNIOR, L. C. G.; PERRONE, I. T.; MAGALHÃES, F. M. R. Aspectos físico, químicos e físico químicos de doce de leite a partir de leite mais soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 63, n. 360, p. 3-9, 2008.

HOSKEN, F. S. Doce de Leite: Durabilidade e Cristalização. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 24, n. 147, p. 10-17, 1969.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). **Milk: determination of total solids content.** Brussels: FIL/IDF, 1987. 2 p. (FIL-IDF, 21B).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). **Milk: determination of nitrogen content.** Brussels: FIL/IDF, 1993. 12 p. (FIL-IDF, 20B).

MADRONA, G. S.et al. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 826-833, 2009.

PERRONE, I. T.; COSTA JUNIOR, L. C. G.; MAGALHÃES, F. M. R. Características tecnológicas, de rendimento e cristalização em doce de leite obtido de mistura de leite e soro de fabricação de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 63, n. 361, p. 3-8, 2008.

PERRONE, I. T.et al.Atributos tecnológicos de controle para produção do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.67, n.385, p.42- 51, 2012.

SILVA, M. S. S.et al. Avaliação físico-química e sensorial de doces cremosos produzidos com soro de leite de cabra, leite de vaca e polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. especial, p. 397-410, 2011.

WEHR, H. M.; FRANK, J. F. **Standard methods for the examination of dairy products**.In: American Public Health Association. 17th ed. Washington: DC, 2004**.**