

# AVALIAÇÃO DE EQUIPAMENTO ALTERNATIVO PARA PASTEURIZAÇÃO LENTA DE LEITE PREVIAMENTE ENVASADO<sup>1</sup>

Carmem SCHUSTER<sup>2</sup>, Helenice de Lima GONZALEZ<sup>2</sup>, Juliano BÜCHLE<sup>2</sup>, Cláudio Dias TIMM<sup>3,\*</sup>

## RESUMO

A utilização de equipamentos alternativos de comprovada eficiência pode colaborar na viabilização do uso da pasteurização lenta por pequenos produtores, melhorando a rentabilidade da atividade e diminuindo o comércio de leite informal. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de equipamento alternativo para pasteurização lenta de leite previamente envasado. Quatorze partidas de 30 L de leite foram processadas e analisadas. As provas realizadas foram contagens de mesófilos aeróbicos, coliformes totais e coliformes termotolerantes, cálculo da redução de mesófilos aeróbicos e pesquisa da atividade das enzimas fosfatase e peroxidase. A eficiência do processo de pasteurização em reduzir o número de mesófilos aeróbicos do leite variou de 99,97 a 99,99%. Todas as amostras de leite pasteurizado apresentaram contagens de coliformes totais e termotolerantes <0,3 NMP/mL e resultados negativos e positivos para fosfatase e peroxidase, respectivamente. O equipamento testado foi eficiente na pasteurização lenta do leite previamente envasado, pois, em todas as partidas analisadas, foi obtido leite pasteurizado dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para os parâmetros estudados.

**Palavras-chave:** pasteurizador, microbiologia, leite pasteurizado.

## SUMMARY

VALUE OF ALTERNATIVE EQUIPMENT FOR SLOW PASTEURIZATION OF PREVIOUSLY PACKED MILK. Alternative equipment with proved efficacy can help to make the use of slow pasteurization feasible by small producers, increasing their gain and reducing the illegal milk business. In the present study, the efficacy of alternative equipment for slow pasteurization of previously packed milk was evaluated. Fourteen lots with thirty liters of milk were studied. The analyses were mesophilic aerobes, total coliforms and thermotolerant coliform counts, reduction of the mesophilic aerobe number, and phosphatase and peroxidase activity tests. The efficiency of pasteurization to reduce the mesophilic aerobes number in milk ranged from 99.97 to 99.99%. All samples of pasteurized milk presented total and thermotolerant coliform counts <0.3 MPN/mL, and negative and positive results for phosphatase and peroxidase tests, respectively. The equipment tested was efficient at slow pasteurization of previously packed milk as the pasteurized milk complied with Brazilian legislation.

**Keywords:** pasteurizer, microbiology, pasteurized milk.

## 1 - INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ligados à cadeia do leite e à oferta de produtos ao consumidor é o leite informal, ou seja, aquele que é comercializado sem sofrer qualquer tipo de inspeção sanitária. Este problema está ligado a aspectos culturais e econômicos. Uma forma de diminuir a comercialização de leite informal é proporcionar maior rentabilidade ao produtor de leite. Segundo HOLANDA *et al.* [8], a estratégia de agregação de valor pela pasteurização lenta do leite em microusinas pode representar uma alternativa para os pequenos produtores de leite, quando eles conseguem comercializar seu produto sem custos elevados de transporte e produzir com baixos custos fixos de instalação. Equipamentos alternativos de comprovada eficiência podem colaborar na viabilização do uso da pasteurização lenta, transformando pequenos produtores em microempresários e colaborando para a formalização do comércio de leite fluido.

A legislação brasileira permite dois tipos de pasteurização do leite, a pasteurização rápida, realizada a temperaturas entre 72 e 75 °C por 15 a 20 s, e a pasteurização lenta, entre 62 e 65 °C durante 30 min [3]. Segundo a Instrução Normativa nº 51 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [4], a pasteurização lenta pode ser adotada na produção de leite pasteurizado para abastecimento público em estabelecimentos de laticínios de pequeno porte, entretanto a pasteurização lenta de leite previamente envasado não é permitida em estabelecimentos sob inspeção sanitária federal. De acordo com a lei nº 7889 [2], o serviço de inspeção federal (SIF) atua nos estabelecimentos que praticam comércio internacional ou interestadual, ficando os demais sob inspeção estadual ou municipal, conforme comercializem seus produtos entre os municípios de um mesmo Estado ou dentro do município em que estão instalados, respectivamente.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de um equipamento alternativo para pasteurização lenta de leite previamente envasado.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Equipamento

O tanque de pasteurização constituiu-se da carcaça de um freezer horizontal com área interna de 95 cm x

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 25/1/2006. Aceito para publicação em 20/10/2006 (001667)

<sup>2</sup>Coordenadoria de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal, Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>3</sup>Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Campus universitário, prédio 34, CEP 96020-380, Pelotas (RS), Brasil  
E-mail: timm@ufpel.tche.br

\* A quem a correspondência deve ser enviada

95 cm x 75 cm. No fundo do *freezer*, sob uma grade protetora, foi adaptado um aquecedor elétrico tipo serpentina conectado a um termostato regulado para ligar a 63 °C e desligar a 65 °C. O nível da água no interior do tanque era de 45 cm a 30 cm da borda.

## 2.2 - Controle da pasteurização

Foram acompanhadas cinco pasteurizações de leite em temperatura ambiente ( $30 \pm 1$  °C) e cinco de leite refrigerado ( $3 \pm 1$  °C), para determinar o tempo necessário para o leite atingir a temperatura de pasteurização lenta. O leite cru, previamente envasado em sacos de polietileno de baixa densidade em volumes de 1 L, foi imerso na água aquecida acondicionado frouxamente em caixas plásticas vazadas, em lotes de 30 L, de forma que as embalagens ficassem completamente mergulhadas. A temperatura no interior das embalagens foi medida, a cada dois minutos, mediante sua abertura e introdução de termômetro. Este procedimento foi repetido tantas vezes quanto necessário, de forma a identificar o momento do início da contagem do tempo de pasteurização.

No decorrer dos 30 min de pasteurização, a temperatura da água foi tomada a cada dez minutos, em cinco diferentes pontos, um central e quatro outros próximos às extremidades internas do tanque, com a finalidade de monitorar a estabilidade e a uniformidade da temperatura durante o processo. A tampa do tanque foi mantida fechada, sendo aberta apenas para medição da temperatura e coleta de amostras. Após o término da pasteurização, o leite foi imediatamente imerso em outro tanque com água a 2 °C, para resfriamento.

## 2.3 - Avaliação da pasteurização

Uma vez determinado o tempo necessário para alcançar a temperatura de pasteurização no interior das embalagens, foram pasteurizados 14 lotes com 30 L de leite. Dois litros de leite envasado de cada partida, um antes de ser pasteurizado e outro imediatamente após a pasteurização, foram coletados, acondicionados em caixa térmica com gelo e imediatamente encaminhados ao laboratório para análise. As provas realizadas foram contagens de mesófilos aeróbicos, de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, de acordo com os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água [6]. Os resultados obtidos na análise das amostras de leite pasteurizado foram confrontados com os padrões

microbiológicos estabelecidos para leite pasteurizado pela Instrução Normativa nº 51, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [4].

A redução de microrganismos mesófilos aeróbicos observada entre as contagens no leite cru (contagem inicial) e no leite pasteurizado (contagem final) foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Redução de mesófilos (\%)} = \frac{\text{contagem inicial} - \text{contagem final}}{\text{contagem inicial}} \times 100 \quad (1)$$

A eficiência da pasteurização foi confirmada considerando a atividade das enzimas fosfatase e peroxidase, testada de acordo com os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos [5].

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 - Tempo de imersão até o início da pasteurização

O tempo de imersão do leite na água aquecida necessário para alcançar a temperatura mínima de pasteurização (62 °C) no interior das embalagens foi aproximadamente 20 min para o leite a  $30 \pm 1$  °C e aproximadamente 30 min para o leite a  $3 \pm 1$  °C (*Tabela 1*).

O equipamento alternativo proposto foi testado e mostrou-se apropriado para pasteurização lenta de pequenos volumes de leite, podendo ser processados o leite recém-ordenhado ou o leite refrigerado de ordenhas anteriores. A pasteurização do leite ainda tépido, pouco tempo após a ordenha, representa economia de energia, não só pela diminuição do tempo total de aquecimento, como também pela eliminação da etapa de resfriamento do leite cru. Cabe a cada estabelecimento realizar uma avaliação de custo-benefício e das implicações no manejo da propriedade para julgar se este procedimento é o mais adequado ao seu sistema de produção. Outro aspecto a ser observado é a possível necessidade do uso de estabilizador de voltagem em regiões onde oscilações ou quedas de energia elétrica sejam frequentes.

Uma vez iniciado o processo de pasteurização propriamente dito, a temperatura da água manteve-se estável e uniforme durante todo o processo. A verificação da temperatura em cinco diferentes pontos a cada dez minutos de pasteurização (*Tabela 2*), demonstrou ser desnecessário o uso de bomba de circulação de água. Entretanto, deve ser

**TABELA 1** – Tempo de imersão de leite previamente envasado em água aquecida para alcançar a temperatura mínima de pasteurização (62 °C).

Pasteurizações	Leite não refrigerado						Leite refrigerado					
	1	2	3	4	5	Média	1	2	3	4	5	Média
Temperatura do leite cru (°C)	30	30,5	29	30	31	30,1	3	2	3	3	4	3
Tempo para atingir 62 °C (min)	20	20	18	20	22	20	30	32	32	30	28	30,4

observado que o leite envasado fique uniformemente disperso e totalmente submerso, de modo que a pasteurização ocorra de forma igualitária e completa em todo o leite.

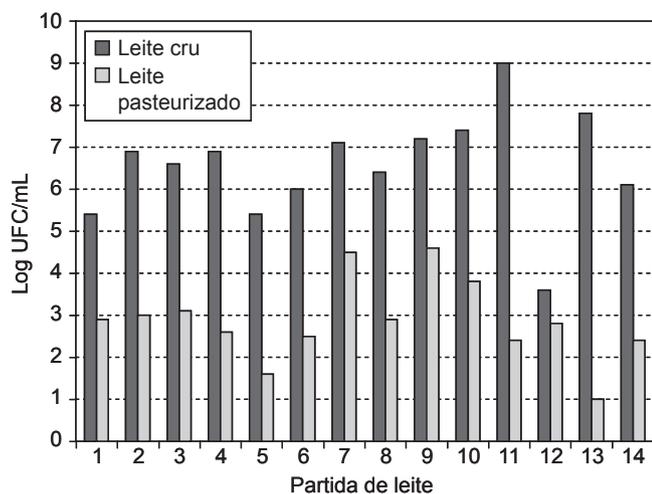
**TABELA 2** – Temperatura da água observada em cinco pontos do equipamento durante os 30 min de pasteurização.

Tempo de pasteurização (min)	Temperatura (°C)*				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
0	62,3	62,5	62,4	62,3	62,2
10	62,7	62,8	62,8	62,8	62,7
20	64,0	64,1	63,9	64,0	63,9
30	64,0	64,1	64,0	64,1	64,0

\*Os valores representam médias de 10 pasteurizações.

### 3.2 - Eficiência da pasteurização

As contagens de mesófilos aeróbicos nas amostras de leite cru e de leite pasteurizado estão demonstradas na *Figura 1*. As contagens de coliformes apresentaram resultados >110 NMP/mL em todas as amostras de leite cru e as de coliformes termotolerantes variaram de <0,3 a >110 NMP/mL. Após a pasteurização, tanto o número de coliformes totais como o de termotolerantes caiu para <0,3 NMP/mL em todas as amostras.



**FIGURA 1** – Contagens de mesófilos aeróbicos no leite antes e após a pasteurização lenta.

A eficiência do processo de pasteurização em reduzir o número de mesófilos aeróbicos do leite variou de 99,97 a 99,99%. LOPES & STAMFORD [9] obtiveram 99,99% de redução de microrganismos mesófilos utilizando pasteurização rápida em leite com contagem inicial >10<sup>7</sup> UFC/mL. Apesar dos dados microbiológicos aparentemente similares em ambos os trabalhos, estes autores obtiveram resultados negativos para peroxidase em 90,5% das amostras de leite pasteurizado, indicando que a temperatura e/ou o tempo utilizados foram excessivos. No presente estudo, todas as amostras de leite pasteurizado apresentaram resultado positivo para peroxi-

dase. Embora tanto a pasteurização rápida como a lenta, adequadamente aplicadas, sejam eficientes na redução de microrganismos mesófilos aeróbicos, elas são influenciadas pela carga inicial de termodúricos e pelas características de termossensibilidade, ligadas à relação temperatura/tempo, dos microrganismos presentes no leite cru.

RODRIGUES [10], testando um modelo de pasteurizador alternativo para pasteurização lenta de leite a granel, obteve redução microbiológica entre 75 e 99,9%. Entretanto, os maiores índices foram alcançados com temperaturas não permitidas pelas normas brasileiras (67 e 69 °C) e nem todas as contagens de coliformes termotolerantes, que variaram de 0,36 a 2,30 NMP/mL, ficaram dentro dos limites exigidos pela legislação atual (2 NMP/mL). O mesmo não ocorreu no presente estudo, cujos resultados foram similares àqueles obtidos em outros trabalhos desenvolvidos com objetivo de avaliar a eficiência da pasteurização lenta de leite previamente envasado [1; 11], o que corrobora a eficácia do equipamento testado para este tipo de processamento.

Um problema reportado à pasteurização lenta refere-se ao período que o leite leva para atingir a temperatura de pasteurização, uma vez que a exposição de células bacterianas a temperaturas subletais acima de sua temperatura ótima de crescimento (choque térmico subletal) induz resistência ao subsequente aquecimento a altas temperaturas [7]. Este fenômeno parece não ter ocorrido, pelo menos com intensidade suficiente para representar desvantagem para o processo, uma vez que a carga microbiana foi reduzida a limites aceitáveis.

Todas as amostras de leite pasteurizado apresentaram resultado negativo para fosfatase, indicando que o processo foi eficaz na eliminação de microrganismos patogênicos que ocasionalmente pudessem estar presentes no leite cru. As contagens de mesófilos aeróbicos, coliformes totais e coliformes termotolerantes estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira.

## 4 - CONCLUSÕES

O equipamento testado foi eficiente na pasteurização lenta do leite previamente envasado.

Os índices de redução de mesófilos aeróbicos foram elevados e as contagens de coliformes totais e termotolerantes no leite pasteurizado chegaram aos limites mínimos obtidos com a técnica do número mais provável (NMP).

Em todas as partidas analisadas foi obtido leite pasteurizado dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para os parâmetros estudados.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMABILE, J. M.; BENEDET, H. D. Contribuição ao estudo da qualidade do leite pasteurizado por processo lento em condomínios leiteiros rurais. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, v. 55, n. 315, p. 162-165, 2000.
- [2] BRASIL. Lei nº 7889, de 23/11/89. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 nov. 1989. Seção I, p. 21529.

- [3] \_\_\_\_\_. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Aprovado pelo decreto nº 30.691, de 29/03/52, alterado pelos decretos nº 1.255, de 25/06/62, nº 1.236, de 02/09/94, nº 1.812, de 08/02/96 e nº 2.244, de 04/06/97. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 jun. 1997. Seção I, p. 11555-11558.
- [4] \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18/09/2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 set. 2002. Seção I, p. 13-22.
- [5] \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Instrução Normativa nº 22, de 14/04/2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 mai. 2003. Seção I, p. 3.
- [6] \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Instrução Normativa nº 62, de 26/08/2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 set. 2003. Seção I, p. 14-51.
- [7] FARKAS, J. Physical methods of food preservation. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. (ed.) **Food Microbiology: fundamentals and frontiers**. 2<sup>nd</sup> ed. Washington: ASM Press, 2001, p. 567-591.
- [8] HOLANDA, Jr.; E. V.; HOLANDA, E. D.; MADALENA, F. E.; AMARAL, J. B. C.; MIRANDA, W. M. Viabilidade financeira da pasteurização lenta de leite na fazenda: estudo de caso. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 54, n. 1, p. 68-74, 2002.
- [9] LOPES, A. C. S.; STAMFORD, T. L. M. Efficiency of pasteurization on the microbiological quality of type C milk. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 50, n. 1, p. 99-101, 1998.
- [10] RODRIGUES, J. M. E. **Construção e avaliação da eficiência de um pasteurizador de leite alternativo para comunidades rurais**. 1996. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1996.
- [11] TEIXEIRA NETO, R. O.; VAN DENDER, A. G. F.; BARBIERI, M. K.; EIROA, M. N. U.; MOURA, S. R. Pasteurização de leite na própria embalagem em banho-maria. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 2, n. 17, p. 142-147, 1997.