

LEITE MICROFILTRADO: ADAPTAÇÃO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E DETERMINAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA

ROBERTA S. COPPE¹; IZILDINHA MORENO²; LEILA M. SPADOTI²

Nº 0701017

RESUMO

A microfiltração (MF) é uma tecnologia usada para separar microrganismos, esporos e células somáticas dos componentes do leite, por meio de membranas semipermeáveis. Este estudo teve por objetivo avaliar a MF na redução da carga microbiana do leite desnatado e determinar a vida-de-prateleira do produto microfiltrado. Análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas durante 14 dias de estocagem dos produtos a $8\pm 2^{\circ}\text{C}$, seguindo os métodos oficiais. Os resultados permitiram concluir que a MF foi efetiva na redução da carga microbiana dos produtos avaliados. O leite desnatado microfiltrado (LDM) obteve vida-de-prateleira de 7 dias, enquanto a vida-de-prateleira do leite desnatado pasteurizado microfiltrado foi de 14 dias, ambos os períodos maiores que a vida-de-prateleira do padrão leite pasteurizado tipo B.

ABSTRACT

MICROFILTRATION: ADAPTATION OF PRODUCTION TECHNOLOGY AND DETERMINATION OF SHELF LIFE. Microfiltration (MF) is a process used to separate microorganisms, spores and somatic cells from the other milk components by means of semi-permeable membranes. This study aimed at evaluating the MF in reducing the microbial load of skim milk and to determine the shelf life of microfiltered product. Microbiological and physical-chemical analyses carried out in the course of two weeks storage at $8^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$. It was concluded that the process of microfiltration was effective in reducing the microbial load (99,99%) of the two products. Microfiltered raw skim milk was found to have a shelf life of 7 days, whereas the shelf life of microfiltered pasteurized skim milk was 14 days, both of which are significantly longer than the standard shelf life of pasteurized Type B milk..

INTRODUÇÃO

A microfiltração (MF) é uma tecnologia usada para separar microrganismos, esporos e células somáticas dos componentes do leite, por meio de membranas semipermeáveis. Estudos realizados por vários autores comprovaram a efetividade do processo, que apresentou redução da carga de microrganismos e de esporos do leite cru, da ordem 99,9% (TROUVÉ et al., 1991; MADEC et al., 1992). Esse tratamento mecânico permite a conservação das propriedades organolépticas do leite durante a estocagem. Além de prevenir o desenvolvimento de gosto amargo e sabor cozido, a MF também evita as perdas nutricionais associadas com alimentos sujeitos à tratamentos térmicos intensos. Recomenda-se que o processo de MF seja conduzido a temperaturas menores do que 50°C para que a funcionalidade das proteínas do leite não seja afetada (CLAWIN-RADECKER et al., 2000).

Três categorias de leite de consumo microfiltrado já são comercializadas em alguns países (SABOYA, 2002). O Marguerite® na França, consiste num leite fosfatase positiva, com durabilidade de quinze dias a 6°C, contra 3 dias para o leite cru. No Canadá, Argentina e na maioria dos países do Norte da Europa, o leite MF é também pasteurizado, o que permite uma durabilidade de 35 dias a 6°C, contra 10 dias do leite pasteurizado normal. No Canadá e França é produzido em escala piloto industrial, um leite microfiltrado esterilizado por MF especial, seguido de um tratamento térmico de 96°C por 6 segundos e embalagem asséptica, o que permite uma conservação por um período ainda maior de, no mínimo, 3 meses a 20-25°C. Este estudo teve por objetivo avaliar a MF na redução da carga microbiana do leite desnatado e determinar a vida-de-prateleira do produto microfiltrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Equipamento de microfiltração

Utilizou-se uma unidade piloto MS1 (Tetra-Laval, França) equipada com 0,24m² de membranas cerâmicas UTP Membralox® (Société des Céramiques Techniques, Bazet, França) com tamanho médio de poro de 1,4 µm. O procedimento de limpeza deste equipamento foi feito por meio de recirculação com água deionizada (Deionizador DE 3500, Permution) a 50°C, hidróxido de sódio (Merck) ou Ultrasil®25 (Henkel) e ácido nítrico 65% (Merck). A sanitização foi feita com hipoclorito de sódio 10 a 12% (Chemco). As condições

definidas de fluxo e de qualidade microbiológica (nenhuma UFC em 100 mL) da água do último enxágüe são critérios para avaliação de limpeza e sanitização do equipamento.

Material de envase do leite microfiltrado

As garrafas plásticas de 1 litro (sem selo de alumínio), assim como todos os materiais utilizados nos processamentos, foram enxaguadas com água corrente, seguido de tratamento com água clorada a 200ppm por 30 minutos. Os materiais ficaram imersos em água clorada a 20ppm.

Obtenção e preparo da matéria-prima

Leite cru e pasteurizado (100 L) foram adquiridos da Cooperativa de Produtores de Leite de Jaguariúna, SP. Na sala de processamento do TECNOLAT/ITAL, o leite foi filtrado, com o auxílio de um dessorador, e colocado em um tanque para aquecimento a $48^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Microfiltração e envase do leite

Imediatamente após o aquecimento ($48 \pm 2^{\circ}\text{C}$), o leite foi bombeado do tanque de aquecimento para o tanque de equilíbrio do equipamento de MF. Seguiu-se da circulação do leite a alta velocidade com um valor da pressão uniforme entre as membranas (UTP) de 0,6 bars. Reajustaram-se os parâmetros da microfiltração durante os 10 minutos iniciais do processo. O leite microfiltrado foi envasado manualmente em garrafas plásticas, em ambiente não asséptico. Seguiu-se do resfriamento rápido com banho de gelo até temperatura aproximada de 10°C e da estocagem em câmaras a $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 14 dias. Amostras de leite foram retiradas antes e após o processo de microfiltração e a intervalos regulares da estocagem refrigerada para a determinação de análises microbiológicas e físico-químicas.

Determinações microbiológicas

Os procedimentos recomendados pela APHA (2004) foram seguidos para a obtenção das diluições decimais e determinações microbiológicas. A contagem total de mesófilos foi feita em Agar Padrão para Contagem, com incubação a $32 \pm 1^{\circ}\text{C}/48 \pm 3$ horas. Agar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol, com incubação a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por $5 \pm 0,5$ dias, foi utilizado para a contagem de bolores e leveduras. Os esporos de bactérias esporogênicas aeróbicas foram determinados em Agar PCA, suplementado com amido, com incubação a $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, após o tratamento das amostras a $80 \pm 1^{\circ}\text{C}/12$ min. A determinação de bactérias coliformes foi efetuada por meio do procedimento do número mais provável (NMP). Caldo

Lactosado com Bile e Verde Brilhante foi utilizado para os coliformes totais, com incubação a $35\pm1^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 3 horas. Os coliformes fecais foram identificados em Caldo Laurilsulfato adicionado de MUG, com incubação a $45,5\pm1^{\circ}\text{C}/24\text{h}$.

Determinações físico-químicas

O pH foi obtido por meio de um potenciômetro pH-Metro Micronal B 375. A acidez titulável foi determinada segundo metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005).

Qualidade do processo

Todos os equipamentos, insumos, meios de cultivo e reagentes, bem como a condução dos métodos analíticos e tratamento dos resultados obtidos estão em acordo com os parâmetros de qualidade exigidos pela NBR-ISO 9001-2000 (certificado DQS 061306QM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da eficiência do processo de microfiltração

Os resultados apresentados na **TABELA 1** mostram reduções de 99,99% de microrganismos do leite cru ou pasteurizado, independentemente da carga inicial, após o processo de microfiltração. Ambos os produtos microfiltrados apresentam contagens < 10 UFC.mL⁻¹ de microrganismos mesófilos e de esporos mesófilos aeróbios e de bolores e leveduras e de $<0,3$ NMP.mL⁻¹ de coliformes totais e fecais. Estes dados estão de acordo com aqueles encontrados por MADEC et al. (1992) e por RYSSTAD; KOLSTAD (2006).

TABELA 1. Resultados das determinações microbiológicas e físico-químicas das amostras de leite desnatado (leite DC) e leite desnatado pasteurizado (leite DP) antes e após a microfiltração (leite DM e leite DPM).

Determinações	Leite DC		Leite DP	
	Antes MF	Após MF	Antes MF	Após MF
Contagem total de mesófilos ¹	$8,0 \times 10^6$	<10	$2,4 \times 10^3$	<10
Coliformes totais ²	$\geq 2,4 \times 10^3$	$<0,3$	$2,4 \times 10^1$	$<0,3$
Coliformes fecais ²	46	$<0,3$	$<0,3$	$<0,3$
Bolores e leveduras ¹	$5,0 \times 10^3$	<10	$1,0 \times 10^3$	<10
Esporos mesófilos aeróbios ³	$1,4 \times 10^2$	<10	$1,6 \times 10^3$	<10
pH	6,68	6,66	6,82	6,72
Acidez ⁴	15,38	15,22	12,81	15,22

- Microfiltração; ¹Resultados expressos em UFC.mL⁻¹ (unidade formadora de colônias por mililitro); ²Resultados expressos em NMP.mL⁻¹ (número mais provável por mililitro); ³Resultados expressos em contagens de esporos aeróbicos mesófilos por mililitro; ⁴Acidez titulável em °Dornic.

Avaliação dos produtos durante o período de estocagem

Os resultados apresentados na **TABELA 2** mostram que, após 7 dias a 10°C, ambos os produtos, o leite DM e o leite DPM continham contagens de microrganismos abaixo dos limites de detecção dos métodos. Ao final da estocagem (14 dias), observam-se contagens elevadas para o leite DM, resultando na elevada acidificação do produto. Já o leite DPM apresenta contagem padrão em placas, de $8,6 \times 10^1$ NMP.mL⁻¹, de acordo com os padrões estabelecidos para o leite pasteurizado B, segundo a legislação vigente (BRASIL, 2001) ao final da estocagem da 10°C. A vida-de-prateleira dos produtos microfiltrados (de 7 dias para o leite DM e de 14 dias para o leite DPM) foi maior que a do leite pasteurizado, de 2 a 3 dias para o leite B. Períodos de estocagem superiores podem ser alcançados com a adequação da sala de processamento do TECNOLAT para envase asséptico do leite.

TABELA 2. Resultados das determinações microbiológicas e físico-químicas das amostras de leite desnatado microfiltrado (leite DM) e leite desnatado pasteurizado microfiltrado (leite DPM) durante 14 dias a 8±2°C.

Determinações	Leite em diferentes dias de estocagem a 8±2°C					
	Leite DM			Leite DPM		
	1	7	14	1	7	14
Contagem total de mesófilos ¹	<10	<10	$1,0 \times 10^4$	<10	<10	$8,6 \times 10^1$
Coliformes totais ²	<10	<10	$\geq 2,4 \times 10^3$	<0,3	<0,3	110
Coliformes fecais ²	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Bolores e leveduras ¹	<10	<10	$5,2 \times 10^2$	<10	<10	<10
Esporos mesófilos aeróbios ³	<10	<10	<10	<10	<10	<10
pH	6,66	6,72	4,80	6,73	6,81	6,81
Acidez ⁴	15,22 ⁵	16,82	58,32	11,69	11,69	11,85

¹Resultados expressos em UFC.mL⁻¹ (unidade formadora de colônias por mililitro); ²Resultados expressos em NMP.mL⁻¹ (número mais provável por mililitro); ³Resultados expressos em contagens de esporos aeróbicos mesófilos por mililitro; ⁴Acidez titulável em °Dornic.

CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que a MF foi efetiva na redução da carga microbiana dos produtos avaliados. O leite desnatado microfiltrado (LDM) obteve vida-de-prateleira de 7 dias, enquanto a vida-de-prateleira do leite desnatado pasteurizado microfiltrado foi de 14 dias, ambos os períodos maiores que a vida-de-prateleira do padrão leite pasteurizado tipo B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, 2004. **Standard methods for the microbiological examination of dairy products**. 17th ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
- BRASIL. RDC Nº12, 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil (janeiro 7, 2001).
- CLAWIN-RADECKER, I.; KIESNER, C.; SCHLIMME. Furosines and ribonucleosides: indicators for the heat treatment of milk. **Milchwissenschaft**, v. 55, p. 679-682, 2000.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4. ed. Brasília:MS, 2005. 1018p.
- RYSSTAD, G.; KOLSTAD, J. Extended shelf life milk- advances in technology. **International Journal of Dairy Technology**, v. 59, n. 2, p. 85-96, 2006.
- SABOYA, L.V. **Lise de *Lactococcus* sp. e proteólise em queijos fabricados com ultrafiltração e microfiltração**. 2002. 218p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- MADEC, M.N.; MEJEAN, S.; MAUBOIS, J. L. Retention of *Listeria* and *Salmonella* cells contaminating skim milk by tangential membrane microfiltration (Bactocatch process). **Le Lait**, v. 72, p.327-332, 1992.
- TROUVÉ, E.; MAUBOIS, J.L.; PIOT, MADEC, M.N.; FAUQUANT, J.; ROUAULT, A. ; TABARD, J.; BRINKMAN, G. Rétention de différentes espèces microbiennes lors de l'épuration du lait par microfiltration en flux tangential. **Le Lait**, v. 71, p.1-13, 1991.