

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE HOMOGENEIZAÇÃO DE LEITE HUMANO DURANTE PROCESSO DE PASTEURIZAÇÃO

**Adriano Silva Andrade¹, Carlos José de Lima², Maria Elizabeth C. Borges³,
Zilá Mendonça⁴, Renato Amaro Zângaro⁵**

¹⁻²⁻⁵ Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa & Desenvolvimento,
Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova, São José dos Campos-SP, Brasil, adriano@univap.br
³⁻⁴ Hospital Municipal José de Carvalho Florence/Banco de Leite Humano,
R. Saigiro Nakamura, 800 – Vila Industrial, São José dos Campos-SP, Brasil, mecborg@iconet.com.br

Resumo- No processo de pasteurização de leite humano (LH), a homogeneização é realizada manualmente, o que pode demonstrar riscos da contaminação por patógenos. O objetivo presente trabalho é viabilizar a técnica de pasteurização por radiação ultra-sônica (42 kHz). Para isso foram realizadas pasteurizações de LH utilizando homogeneização manual e homogeneização por ultra-som, seguida das dosagens de lactoalbumina, teste BGBL, pH e exame à fresco. Os resultados indicaram uma redução no diâmetro dos globulos na homogeneização por ultra-som, além de proporcionar um LH mais homogêneo e expressando uma redução da manipulação do LH durante o processo de pasteurização.

Palavras-chave: ultra-som, pasteurização, glóbulos de gordura

Área do Conhecimento: III - Engenharias

Introdução

O leite humano (LH) sob o ponto de vista tecnológico é um alimento não estruturado, pois não dispõe de nenhum tipo de barreira física que sirva de obstáculo à penetração de microorganismos [1]. Sob o ponto de vista bioquímico, o leite humano é composto por vários nutrientes, incluindo lipídios compondo 50% do valor de energia e as proteínas, representadas pela lactoalbumina, que detém 80% das proteínas totais [2].

Com o surgimento de doenças transmitidas pelo leite humano, a pasteurização se revelou um tratamento eficaz para a inativação de 100% das bactérias, através de um binômio temperatura/tempo mantendo o leite a 63°C por 30 minutos ou equivalente, calculado de modo a promover a inativação térmica da *Coxiella Burnetti* [2]. Durante o processo de pasteurização de leite humano, a homogeneização manual se torna um problema para a obtenção de um produto mais homogêneo, além do risco de contaminação por microrganismos [3-4].

O leite humano homogeneizado por ultra-som demonstra em recém-nascidos prematuros um aumento significativo de ganho de peso [5], devido à redução do tamanho dos glóbulos de gordura, proporcionando uma maior área para ação de enzimas digestivas e uma menor perda de gordura durante a infusão do leite [6].

A técnica de ultra-som realizada durante a pasteurização pode demonstrar efeitos benéficos em relação à segurança microbiológica e a homogeneidade do leite [7-8-9-10-11]. Os resultados obtidos conduzem à suposição de que

nenhum bioefeito é provocado pela radiação ultra-sônica quando esta apresenta intensidades inferiores a 100 mW/cm² [12].

O objetivo do presente trabalho é realizar um estudo comparativo da pasteurização de leite humano convencional com a técnica de pasteurização utilizando homogeneização por ultra-som (42 kHz).

Materiais e Métodos

Foram obtidas 09 amostras de leite humano cru, junto ao banco de leite do Hospital Municipal José de Carvalho Florence de São José dos Campos-SP. Estas amostras contendo 200mL e concentrações calóricas de 543 a 734 kCal/L foram divididas em dois grupos. O primeiro grupo contendo 09 amostras de 100 mL para homogeneização por ultra-som e o segundo grupo contendo 09 amostras de 100 mL para homogeneização manual, sendo este último considerado como controle e de acordo com o *Manual Técnico da Rede Nacional de Bancos de Leite Humano* [15]. As amostras do grupo controle foram aquecidas até a temperatura de 62,5 °C e estabilizadas nesta temperatura durante 30 minutos, realizados num aquecedor em banho-maria marca EME, com homogeneização manual durante todo processo. Na etapa de resfriamento foi utilizado um resfriador marca EME, resfriando o leite até a temperatura igual ou inferior a 7°C. Na pasteurização do grupo ultra-som, a homogeneização foi realizada por um equipamento ultra-sônico em banho-maria marca Cole Parmer modelo 8891, operando a uma frequência de 42 kHz e potência de 100 W durante

tudo processo de aquecimento e estabilização do leite, até atingir a temperatura de 62,5 °C.

Neste caso, para o aquecimento do leite foi desenvolvido e incorporado à cuba do equipamento de ultra-som um sistema de controle eletrônico de temperatura com ajuste manual, devido a ação de aquecimento proporcionado pelo ultra-som. Desta maneira, foi realizado uma curva de temperatura/tempo com os dois sistemas de aquecimento, segundo a Figura 1. O processo de resfriamento do leite utilizou-se o mesmo sistema resfriador utilizado anteriormente.

Na Figura 2 pode-se observar a curva de aquecimento/resfriamento, utilizada no processo de pasteurização de ambos grupos. Após todas pasteurizações foram coletadas amostras e realizado o exame microbiológico Caldo Verde Brilhante a 5% (BGBL), seguindo as especificações do *Standart Methods for the Examination of Dairy Products* [16]; medida de acidez em graus Dornic; dosagem de lactalbumina através da técnica de *Biureto* [17] utilizando um espectrofotômetro automatizado marca Bayer modelo Chiron e exame a fresco do leite para a verificação da área e diâmetro dos glóbulos de gordura. Este último exame utilizou um microscópio óptico invertido com aumento máximo de 400x incorporado a uma câmera CCD Sony, onde as imagens foram analisadas através do software *Leica Qwin Standart 2.5 (LEICA – Image Processing and Analysis System)*.

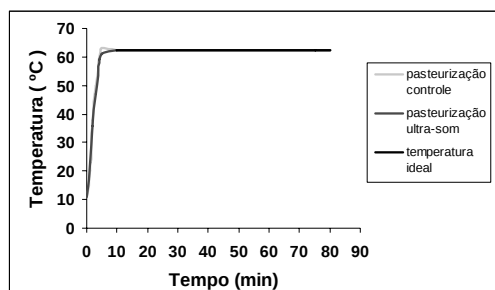


Figura 1- Curva Temperatura/Tempo do sistema de aquecimento utilizado pelo grupo ultra-som e controle.

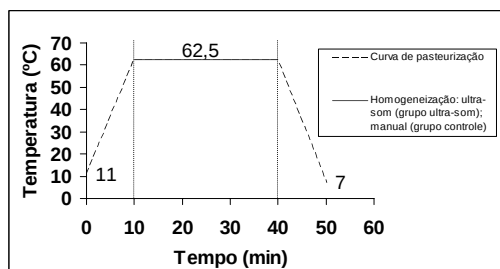


Figura 2- Curva de aquecimento/resfriamento das pasteurizações dos grupos ultra-som e com suas determinadas homogeneizações.

Resultados

O exame microbiológico BGBL demonstrou ausência de microrganismos em ambos grupos de pasteurização, conforme Tabela 1.

Tabela 1- Exame microbiológico BGBL

Amostras calóricas (kCal/L)	Pasteurização Controle	Pasteurização Ultra-som
735	Negativo	Negativo
598	Negativo	Negativo
547	Negativo	Negativo
686	Negativo	Negativo
661	Negativo	Negativo
667	Negativo	Negativo
714	Negativo	Negativo
618	Negativo	Negativo
693	Negativo	Negativo

Os exames de acidez em graus Dornic demonstraram uma variação de 2 a 4 °D no grupo controle e 2 a 6 °D no grupo ultra-som, com médias de 2,8 °D e 3,8 °D respectivamente, conforme Tabela 2.

Tabela 2- Exame de acidez após as pasteurizações

Amostras calóricas (kCal/L)	Pasteurização Controle	Pasteurização Ultra-som
735	3	3
598	3	6
547	4	4
686	3	6
661	3	3
667	2	4
714	3	3
618	2	3
693	2	2
Média	2,8	3,8
Desvio Padrão	0,6	1,4

Tabela 3 indica as dosagens de lactalbumina realizado nos grupos controle e ultra-som, com média de 3,06 g/dL e 2,92 g/dL respectivamente.

Tabela 3- Dosagem de Lactoalbumina

Amostras calóricas (kCal/L)	Past. Controle (g/dL)	Past. Ultra-som (g/dL)
735	3,06	3,26
598	3,74	3,70
547	3,36	3,24
686	2,75	2,77
661	2,31	2,33
667	3,14	3,00
714	2,27	2,34
618	3,73	2,57
693	3,16	3,10
Média	3,06	2,92
Desvio Padrão	0,50	0,43

O exame a fresco do leite foi realizado com auxílio de microscópio e uma câmera CCD, sendo medidos o diâmetro e quantidade de glóbulos de gordura por mm² (área) dos grupos controle e ultra-som, conforme Tabela 4. O diâmetro dos glóbulos de gordura apresentaram média de 0,06 mm no grupo controle e 0,04 mm no grupo ultra-som, com densidade média de 720 glóbulos/mm² e 1269 glóbulos/mm² respectivamente.

Tabela 4- Medida do volume e média do diâmetro dos glóbulos de gordura do LH

Amostras calóricas (kCal/L)	Past. Controle		Past. Ultra-som	
	Diâmetro (mm)	Quant. (glob/mm ²)	Diâmetro (mm)	Quant. (glob/mm ²)
735	0,059	898	0,046	1015
598	0,052	786	0,043	1023
547	0,056	701	0,044	1087
686	0,074	623	0,040	1356
661	0,068	675	0,049	978
667	0,053	831	0,036	1545
714	0,066	645	0,033	1608
618	0,050	689	0,048	1227
693	0,072	614	0,034	1586
Média	0,06	720	0,04	1269
Desvio	0,008	94	0,005	245

As imagens dos glóbulos de gordura dos grupos de pasteurizações são apresentadas nas Figuras 4 e 5.

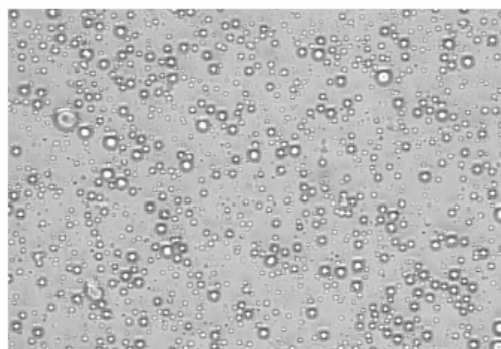


Figura 4- Glóbulos de gordura de LH homogeneizado pelo grupo controle (aumento de 400X)

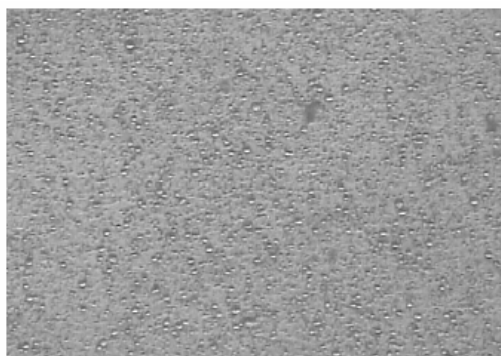


Figura 5- Glóbulos de gordura de LH homogeneizado pelo grupo ultra-som (aumento de 400X)

Discussão

A comparação entre os grupos de pasteurização foi realizada a partir dos resultados de análises que determinaram a qualidade microbiológica, protéica e calórica do leite. O exame de acidez (pH) demonstrou que após as pasteurizações não houve acidose relevante provocada pela proliferação de microrganismos, confirmando boa qualidade para o consumo. Do ponto de vista microbiológico, o exame de BGBL indicou a ausência de microrganismos patogênicos em ambos os grupos, comprovando a eficiência da pasteurização. As dosagens de lactoalbumina quando comparadas entre os dois grupos, mostraram que não houve diminuição da quantidade de lactoalbumina proporcionada pelo ultra-som, ocorrendo apenas pequena variação em relação ao grupo controle.

No exame a fresco do leite, o glóbulo de gordura após pasteurização do leite homogeneizado por ultra-som sofreu uma redução no diâmetro quando comparado com a pasteurização com homogeneização manual, o que resultou em um aumento significativo na quantidade de glóbulos por mm².

Com a redução do diâmetro do glóbulo de gordura, o recém-nascido poderá absorver mais calorias do leite [18] quando comparado ao leite pasteurizado com homogeneização manual [6].

Conclusão

A radiação ultra-sônica na frequência de 42 kHz demonstrou ser eficiente para homogeneização de leite humano durante o processo de pasteurização, além de proporcionar a redução no diâmetro dos glóbulos de gordura.

Agradecimentos

Sinceros agradecimentos para Gisele Ferreira Freymann pelo seu carinho e atenção e a FAPESP (04/10011-0) pelo apoio financeiro proporcionado.

Referências

- [1] ALMEIDA, JAG. "Qualidade do leite humano coletado e processado em bancos de leite". [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1986.
- [2] BRASIL, Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição - INAN. Secretaria de Programas Especiais - SPE. Programa Nacional de Incentivo ao Aleitamento Materno - PNIAM. "Recomendações Técnicas para o Funcionamento de Bancos de Leite Humano". Brasília, Ministério da Saúde, 1993, 60p.
- [3] GARZA C., SCHANLER RJ, BUTTE NF, Motil KJ. "Special properties of human milk". Clin Perinatol; 14: 11-32, 1987.
- [4] WRIGHT, KC, FEENEY. "The bacteriological screening of donated human milk: laboratory experience of British Paediatric Association's" Published guidelines. J Infect ; 36:23-7, 1998.
- [5] BJORKSTÉN B, BURMAN LG, CHATEV P, FREDRIKZON B, GOTHEFORS L, HERNELL O, "Collecting and banking human milk: to heat or not heat", BMJ 281, 765-769, 1980
- [6] BITTENCOURT BB. MELO CG., "A infecção hospitalar e o serviço de nutrição" Ver Paul Hosp, 20, 28-31, 1972.
- [7] RAIOL, MRS; MARTINEZ, FE; JORGE, SM; GONÇALVES, AL; DESAI, ID. "Feeding premature infants banked human milk homogenized by ultrasonic treatment". Journal Pediatric; v123:985-88, 1993.
- [8] THOMAZ, ACP; GONÇALVES, AL; MARTINEZ, FE. "Effects of human milk homogenization on at absorption in very low birth weight infants". Nutrition Research, v 19 – 483-492, 2000.
- [9] SCHERBA, G., WEIGEL, R.M, O'BRIEN, W.D. , "Quantitative assessment of the germicidal efficacy of ultrasonic energy". Applied Environmental Microbiology, v 57, 2079-2084, 2001.
- [10] SHUKLA, T.P, "Microwave ultrasonics in food processing". Cereal Food World, v 37, 332-333, 1992.
- [11] GARCIA, M.L., BURGOS, J. , SANZ, B. , ORDDÓNEZ, J.A., "Effect of heat and ultrasonic waves on the survival of two strains of *Bacillus subtilis*". Journal of Applied Bacteriology, v 67, 619-628, 1989.
- [12] AHMED, F.I.K., RUSSEL, C., "Sinergism between ultrasonic waves and hydrogen peroxide in the killing of microorganisms". Journal of Applied Bacteriology, v 39, 31-40, 1975.
- [13] VILLAMIEL, M, JONG, P. "Inactivation of *Pseudomonas fluorescens* and *Streptococcus thermophilus* in Trypticase Soy Broth and total bacteria in milk by continuous-flow ultrasonic treatment and conventional heating". Journal of Food Engineering, v 45, 171-179, 2000.
- [14] Internet site address: <http://www.ultrasom3d.com.br> , acessado em 16/09/2002.
- [15] Rede Nacional de Bancos de Leite do Brasil, Internet site address: <http://www.rnblb.gov.br>, acessado em 10/05/2004.
- [16] MARTH EH, "Standart Methods for the Examination of Dairy Products", 2th Ed, Washington, APHA, 1992.
- [17] VALLADA, PURCHIO, *Técnicas de Laboratório*, Livraria Ateneu, São Paulo, Brasil, 1998.
- [18] JENSEN RG, JENSEN GL. "Specialty lipids for infant nutrition". Nutrition I. Milks and formulas. J Peditre Gastroenterol Nutri ; 15: 232-45, 1992.

