

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA HOMOGENEIZAÇÃO DO LEITE MATERNO DURANTE SEU PROCESSO DE PASTEURIZAÇÃO

CARVALHO, Henrique Cunha^{1,2}, da SILVEIRA, José Leonardo Canossa¹; de LIMA, Carlos José²; BORGES, Maria Elizabeth³; DIAS, Patrícia³; MENDONÇA, Zilé³.

¹Graduação em Engenharia Biomédica – UNIVAP – e-mail: zezeleleo@hotmail.com

²Laboratório de Instrumentação Optobiomédica – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento - IP&D, Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP – Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova São José dos Campos - SP - Brasil – e-mail: lima@univap.br

³Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence”/Banco de Leite Humano, R. Saigiro Nakamura, 800 – Vila Industrial, São José dos Campos - SP, Brasil – e-mail: mecborg@iconet.com.br

Resumo - O leite humano é o alimento ideal para qualquer recém nascido. Quando não é possível a amamentação, o banco de leite é responsável por todos os processos necessários para manutenção da qualidade de vida desses bebês. É preciso que se disponha de procedimentos capazes de assegurar a qualidade do leite humano utilizado, no qual o processo de pasteurização, visando a homogeneização do leite, é atualmente realizado manualmente, o que pode demonstrar riscos por contaminação de patógenos. O objetivo do presente trabalho é desenvolver um sistema eletrônico/mecânico acoplado ao reservatório do leite, mantendo sua homogeneização. O sistema proposto foi construído, sendo futuramente implementado no banco de leite do hospital e submetido a testes de análise do leite aplicado, para legitimação do sistema.

Palavras-chave: Leite Humano Ordenhado, Pasteurização, Homogeneização, Banco de Leite
Área do Conhecimento: Engenharia

Introdução

O leite humano é o alimento ideal para qualquer recém nascido em função de sua digestibilidade, composição química balanceada e capacidade de gerar imunidade (AAP, 1997).

Nas situações em que a mãe se encontra separada do seu bebê ou quando o bebê não é capaz de sugar o seio, a coleta e a estocagem do leite materno têm sido estimuladas (ACOG, 2002). O único leite humano seguro para a oferta aos bebês prematuros é o proveniente dos Bancos de Leite, centros especializados na promoção e incentivo ao aleitamento materno, responsáveis pela coleta, processamento e controle da qualidade do leite humano doado (GIUGLIANI, 2002).

O leite humano ordenhado (LHO) estocado em bancos de leite é a alternativa mais segura e menos dispendiosa para amamentação de recém-nascidos, particularmente os internados em Unidades de Terapia Intensiva, e não deve apresentar microrganismos em quantidade ou qualidade capazes de representar agravos à saúde. Desta forma, é preciso que se disponha de procedimentos capazes de assegurar a qualidade sanitária do leite humano ordenhado (SILVA, 2004).

O LHO aprovado pelo Controle do Banco de Leite, deve ser pasteurizado a 62,5°C por 30 minutos após o tempo de pré-aquecimento. A

pasteurização não visa à esterilização do leite humano ordenhado, mas sim a uma letalidade que garanta a inativação de 100% dos microrganismos patogênicos passíveis de estar presentes quer por contaminação primária ou secundária, além de 99,99% da microbiota saprófita ou normal, equivalendo a um tratamento 15°D para inativação térmica da *Coxiella burnetti*, microrganismo mais termorresistente (BRASIL, 2001).

A pasteurização inadequada não é somente um perigo presumível às propriedades benéficas do LHO, mas pode também aumentar a susceptibilidade para subseqüentes contaminações de todos os processos (BJORKSTÉN, 1980).

Durante o processo de pasteurização de leite humano, a homogeneização manual, visando a fragmentação dos glóbulos de gordura em tamanhos uniformes para evitar a sua coalescência e formação da nata, se torna um problema para a obtenção de um produto mais homogêneo, além do risco de contaminação por microrganismos (WRIGHT, 1998).

A homogeneização manual oferece ao profissional envolvido um esforço biomecânico desgastante, já que o movimento dos potes em banho-maria com o leite é envolvido em movimentos contínuos, com intensa variação de temperatura local, e caso o banho-maria não disponha de agitador automático, o funcionário responsável pela pasteurização deverá agitar

manualmente cada frasco, sem retirá-lo do banho-maria, de 5 em 5 minutos, já que o resfriamento dos frascos pode ser obtido através de resfriadores automáticos ou pela imersão dos mesmos em um banho contendo água e gelo.

Em um trabalho anterior de alguns autores (ANDRADE et alii, 2005) deste artigo, utilizou-se outro método para realizar a homogeneização do LHO, composto por um sistema de ultra-som que na prática inviabilizou sua utilização pelo banco de leite devido ao custo elevado de implementação. Sendo que o sistema proposto neste trabalho apresenta principalmente a vantagem de ser um dispositivo de baixo custo.

Pretende-se neste trabalho, desenvolver um sistema eletrônico/ mecânico acoplado ao reservatório do leite, que mantenha a homogeneização do LHO durante seu processo de pasteurização.

Metodologia

O sistema eletrônico/mecânico desenvolvido é constituído por dois mini motores vibradores, de eixo excêntrico e de operação em corrente contínua, sendo que cada um é selado dentro de uma cápsula com saída para cabo de alimentação elétrica. Cada cápsula é constituída de um sistema que gera vibração a partir da alimentação elétrica do mini motor, como mostra a Figura 1, as duas cápsulas são mecanicamente acopladas a uma braçadeira, sendo que esta última é fixada ao pote reservatório, onde acarretará a transferência da vibração mecânica ao LHO contido no reservatório.



Figura 1 – Sistema eletrônico/mecânico desenvolvido.

Foi desenvolvido um circuito eletrônico temporizado, contendo um oscilador astável a transistor, um divisor de frequência (CI 74LS90) e um *driver* gerenciador do sinal, que permite o funcionamento do sistema de vibração com os mini motores a um ciclo de atuação, ou seja, durante um certo tempo em segundos, o sistema de vibração atua, e com este mesmo tempo fica

em estado inerte. Isto se justifica devido à necessidade das cápsulas atuarem submersas em água quente (62,5°C), o que diminui a probabilidade de dano aos mini motores.

Resultados

O sistema eletrônico/mecânico desenvolvido e construído apresentou em testes prévios de visualização, significativa transferência de vibração para o leite inserido junto ao reservatório de vidro, a vibração mecânica gerada não ultrapassou o limite de fragilidade do vidro, o que não acarretou o rompimento do mesmo, vide a Figura 2.



Figura 2 – Reservatório de vidro com leite no sistema desenvolvido.

Discussão

Recentemente, testes “pilotos” demonstram a eficácia de funcionamento do sistema para realizar a possível proposta de homogeneização do LHO, evidenciando assim, a viabilidade da utilização deste método.

Como próximo passo, será realizada a etapa de implementação do sistema desenvolvido no Banco de Leite do hospital (inserindo o trabalho como tema dos alunos-autores deste artigo na disciplina “Estágio Supervisionado IV em Engenharia Biomédica” do curso de graduação em E.B. da UniVap).

O LHO aplicado no sistema será submetido a posteriores análises de controle físico-químico, testes de acidez Dornic, centrifugação de crematócrito e relação de Creme% - Gordura% - Kcal/mL para averiguação da proposta de eficiência de homogeneização durante seu processo de pasteurização.

Conclusão

O sistema proposto foi desenvolvido, seguindo o trabalho para sua etapa final, onde a implementação no Banco de Leite e a validação da homogeneização durante o processo de pasteurização irá legitimar o sistema.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Celso Erasmo de Oliveira e Laércio Cesar de Oliveira da Oficina Mecânica da UniVap, pela participação e desenvolvimento das peças de todo o sistema, ao Diretor da FEAU/UniVap pela compra de ferramenta para confecção das cápsulas, e as profissionais do Banco de Leite Humano do Hospital Municipal "Dr. José de Carvalho Florence" pela atenção e suporte oferecido neste trabalho.

Referências

- 2N2222; 2N2222A. NPN switching transistors. Product specification. Supersedes data of September 1994. File under Discrete Semiconductors, SC04. 29/03/1997. Discrete Semiconductors. Philips Semiconductors.

- American Academy of Pediatrics (AAP) & American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). Guidelines for perinatal care. 5th ed. New York: CV Mosby; 2002.

- American Academy of Pediatrics (AAP), Work Group on Breastfeeding. Breastfeeding and the use of human milk. Pediatrics. 1997;100:1035-9.

- ANDRADE, A. S. ; MENDONÇA, Z. ; BORGES, M. E. ; LIMA, C. J. ; ZANGARO, R. A. . Avaliação comparativa de técnicas de homogeneização de leite humano durante o processo de pasteurização. In: IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2005, São José dos Campos. Anais Trabalhos Completos, 2005.

- BC548 / BC548A / BC548B / BC548C. NPN General Purpose Amplifier. Discrete POWER & Signal Technologies. 1997. Fairchild Semiconductor Corporation.

- BJORKSTÉN B, BURMAN LG, CHATEV P, FREDRIKZON B, GOTHEFORS L, HERNELL O. Collecting and banking human milk: to heat or not to heat? BMJ 1980;281:765-9.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 171, de 04 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o funcionamento de

Bancos de Leite Humano. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 05/09/2006.

- DM74LS90/DM74LS93. Decade and Binary Counters. 1995. National Semiconductor Corporation.

- FIOCRUZ. Programa Nacional de Qualidade em Bancos de Leite Humano. Curso de Implantação, Região Sul, 2003.

- GIUGLIANI ERJ. Rede nacional de bancos de leite humano no Brasil: tecnologia para exportar. J Pediatr (Rio J). 2002; 78: 183-4.

- Normas Técnicas para Bancos de Leite Humano. BLH-IFF/NT- 34.05 - Pasteurização de Leite Humano Ordenhado. Centro de Referência Nacional para Bancos de Leite Humano – Instituto Fernandes Figueira / Fundação Oswaldo Cruz / Ministério da Saúde. Rede Nacional de Bancos de Leite Humano. 02/2005.

- WRIGHT, KC, FEENEY. "The bacteriological screening of donated human milk: laboratory experience of British Pediatric Association's" Published guidelines. J Infect ; 36:23-7, 1998.