

EMPREGO DE AQUECEDORES DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO PARA REALIZAÇÃO DA ROTINA HIGIÊNICA EM ORDENHA MANUAL DE LEITE BOVINO

Matheus Choueri¹

Camila Pires Cremasco Gabriel²

Luís Roberto Almeida Gabriel Filho³

Daniel dos Santos Viais Neto⁴

RESUMO: O Pequeno produtor de leite bovino tem grande dificuldade em adequar sua produção aos parâmetros da Instrução Normativa n^o. 51 pela necessidade de alto investimento em equipamentos de aquecimento de água que deve ser utilizada na rotina higiênica da produção. A qualidade do leite é definida por fatores relativos ao manejo dos animais (sanidade e alimentação) e práticas de higiene antes, durante e depois da ordenha. Parte desse processo de higiene é realizada com água de qualidade boa em temperatura fria e quente (50 – 60°C) aquecida por energia usual (elétrica e gás GLP), para limpeza dos aparelhos e utensílios utilizados na ordenha, o que interfere nos resultados financeiros do produtor. O presente trabalho preocupou-se em utilizar uma proposta de aquecimento da água através da implantação de sistemas híbridos de aquecedores (elétrico-solar, elétrico-gás ou solar-gás) na unidade produtiva. Foram utilizadas análises microbiológicas em amostras de leite coletados após a lavagem dos utensílios de ordenha manual ser realizada utilizando água aquecida pelos sistemas apresentados. Os resultados das análises laboratoriais apresentaram considerável redução no NMP/mL de leite para Coliformes a 35 °C para as amostras não pasteurizadas colhidas após a realização das lavagens dos materiais de ordenha manual

¹ Tecnólogo em Agronegócio. matheuschoueri@bol.com.br.

² Licenciada em Matemática (FCT/UNESP), Mestre em Matemática Pura (DM/UFSCar), Doutora em Agronomia/Energia na Agricultura (FCA/UNESP) e Pós-doutoranda em Bioestatística (IB/UNESP), Professora Assistente da FATEC – Presidente Prudente. camila@fatecpp.edu.br.

³ Licenciado em Matemática (FCT/UNESP), Mestre em Matemática Pura (ICMC/USP), Doutor em Agronomia/Energia na Agricultura (FCA/UNESP) e Pós-doutorando em Agronomia/Energia na Agricultura (FCA/UNESP), Professor Assistente Doutor da CET/UNESP – Tupã/SP. gabrielfilho@tupa.unesp.br.

⁴ Licenciado e Bacharel em Matemática (ICMC/USP), Mestre em Matemática Pura (ICMC/USP) e Doutorando em Agronomia/Irrigação e Drenagem (FCA/UNESP), Professor Associado da FATEC – Presidente Prudente. dvneto@fatecpp.edu.br.

ser realizada utilizando água aquecida pelo sistema híbrido composto pelo aquecedor solar e pelo aquecedor a gás. Este tipo de sistema de aquecimento de água permite aos pequenos produtores de leite adequarem-se a IN 51, com baixo custo de investimento principalmente em localidades desprovidas de fornecimento de energia elétrica.

Palavras-chave: Aquecimento de água, ordenha manual, produção de leite

1. INTRODUÇÃO

Somente no estado de São Paulo (Brasil) existem 1.636.929 vacas em estado produtivo, gerando cerca de 1.744.179 litros de leite ao ano. A maior parte desse rebanho está dividida entre milhares de pequenas propriedades com recursos produtivos escassos.

Nos últimos anos várias pesquisas foram feitas sobre a conservação do leite após sua obtenção, bem como as condições ideais para higiene e controle sanitário. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), publicou a Instrução Normativa nº. 51 de 18 de setembro de 2002 (IN 51) estabelecendo parâmetros de controle sanitário para a produção, comercialização e transporte de leite no território nacional.

A IN 51 destaca que para a higiene de utensílios para produção de leite deve ser utilizada água de boa qualidade com temperatura entre 50 e 60 °C todos os dias nos intervalos de ordenha.

O leite no momento da coleta é retirado com alguns utensílios de ordenha que podem contaminá-lo antes de chegar aos tanques comunitários de resfriamento. Este processo reduz a qualidade do produto comercializado e prejudica financeiramente o produtor rural no momento da venda.

O item 2.1.1 da Instrução Normativa nº. 51 define o leite como “o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas”.

O leite, por natureza, é um alimento rico em nutrientes contendo proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais. Sua qualidade é um dos temas mais

discutidos atualmente dentro do cenário nacional de produção leiteira. (GUERREIRO et al. 2005)

O leite tipo A é caracterizado pela forma de extração que deve ser mecanizada, sem qualquer contato manual e seguindo severos padrões de higiene. Não pode apresentar um número de bactérias por mililitro (mL) superior a 500 unidades.

Para o leite tipo B a ordenha pode ser mecanizada ou manual, desde que seguidos os padrões determinados pela IN 51, apresentando no máximo 40.000 unidades de bactérias por mL.

O leite tipo C contém o maior número de bactérias entre os tipos de leite. Pode apresentar uma quantidade de bactérias não superior a 100.000 unidades por mL. A ordenha geralmente é feita manualmente. E para nenhum dos três tipos é aceita a presença de aditivos.

Em estudos realizados por Adesiyun et al. (1997), constatou-se que das amostras de leite cru coletadas em tanques de expansão, 47% apresentaram-se positivas para *Escherichia coli*, sendo que, somente 5% destas, estavam associadas à mastite subclínica. Isto reforça a importância da adoção de práticas de higiene na obtenção do leite. (PICININ, 2010)

Para Bressan e Martins (2003) a produção de alimentos seguros, saudáveis e nutritivos, em bases sustentáveis e competitivas, é um dos fundamentos da segurança alimentar.

Fonseca et al. (2001, apud Bressan e Matins, 2003), como matéria-prima, o leite deve apresentar qualidade, tanto em seus aspectos físico-químicos, como organolépticos, ausência de agentes patogênicos, reduzida carga microbiana, baixa contagem de células somáticas e ausência de agentes contaminantes.

Forsythe (2002) descreve os coliformes como bactérias gram-negativas, anaeróbicas facultativas em forma de bastonetes. Também conhecidos como grupo *coli-aerogenes*. O grupo dos coliformes inclui espécies do gênero *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, além de *E. coli*.

Com a Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Ministério da Saúde, adotou a denominação coliformes a

45 °C, considerando os padrões "coliformes de origem fecal" e "coliformes termo tolerantes" como equivalentes a coliformes a 45 °C. (SILVA; CAVALLI e OLIVEIRA, 2006)

Os coliformes fecais são definidos como coliformes capazes de fermentar a lactose em meio EC, com produção de gás, no período de 48 horas, a 45,5 °C com exceção dos isolados de moluscos, 44,5°C (FORSYTHE, 2002).

A proposta deste trabalho foi potencializar a higiene dos utensílios utilizando um sistema de aquecimento de água de baixo custo composto por materiais recicláveis que utiliza energia alternativa e, com isso, manter a qualidade do leite produzido, realizando as lavagens recomendadas pela IN 51.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Os sistemas de aquecimento utilizados neste trabalho foram instalados no sítio Nossa Senhora de Lourdes, localizado no município de Mirante do Paranapanema-SP. Cada conjunto foi formado com um par de cada um dos seguintes sistemas de aquecimento:

O aquecedor solar feito com material reciclável foi instalado no estábulo da propriedade, seguindo os padrões e especificações do Laboratório de Conforto Térmico e Ambiência (LCTA) pertinente ao Campus Experimental da UNESP de Tupã. Este laboratório foi construído a partir do projeto intitulado “Aplicação da lógica *fuzzy* para avaliação do conforto térmico de aquecedores solares compostos por embalagens recicláveis” – Processo 480985/2008-1 – Edital MCT/CNPq 14/2008 – Universal.

O sistema elétrico utilizado foi composto por materiais de baixo valor de aquisição e que possibilitassem a realização do aquecimento da água por acumulação, sendo: um aparelho ebulidor tipo mergulhão de 39 centímetros grande e uma panela tipo caldeirão.

O sistema a gás também foi composto por material alternativo de uso doméstico a fim de minimizar o custo de aquisição. Sendo formado por um botijão de gás de cozinha, um fogão mono boca de alta pressão e uma panela tipo caldeirão.



Figura 1. Sistemas de aquecimento de água utilizados para realização das lavagens.

2.2. Métodos

A análise visou avaliar a eficiência dos três sistemas propostos, verificando a quantidade de microorganismos remanescentes no leite após as lavagens tendo como controle uma amostra que não foi utilizado qualquer um dos sistemas. Para a realização das análises do experimento, foi utilizado como objeto de estudo o leite bovino ordenhado manualmente pelo produtor. Foram colhidas quatro amostras do leite para análise laboratorial.

As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos pertencente a Faculdade de Farmácia da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). O método utilizado para a verificação de existência de microorganismos (Coliformes a 35 °C e Coliformes a 45 °C) foi o de Tubos Múltiplos que informa o número mais provável por mililitro de leite (NMP/mL). O processo de verificação por Tubos Múltiplos é realizado como análise rápida, pois o tempo total utilizado para se obter os resultados não ultrapassa 48 horas.

Para cada uma das amostras, separou-se 25 g (gramas) do conteúdo da amostra, que foi homogeneizado em água peptonada 0,1% esterilizada durante 1 minuto. Diluições décimas a partir da diluição 10⁻¹ a 10⁻³ foram preparadas em tubos contendo 9,0 mL de água peptonada 0,1%.

Alíquotas de 1,0 mL de cada diluição foram transferidas para séries de três tubos contendo CLS com tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados a 35 °C durante 24 e 48 h, e uma alçada de cada tubo apresentando crescimento e produção de

gás foi semeada em tubos contendo 10 mL de CLBVB e E.C., com tubos de Durham invertidos.

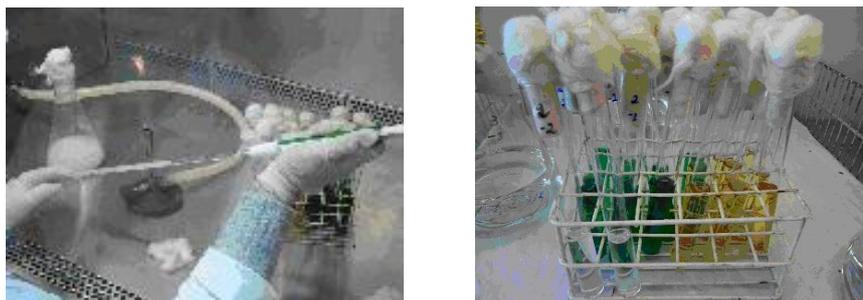


FIGURA 2. Etapas do processo de diluição das amostras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados Laboratoriais

Os resultados das análises apresentam o Número Mais Provável (NMP) de coliformes presentes na amostra. Não sendo o número exato de microorganismos contidos no material colhido. Nota-se que os valores de referência adotados pelo Laboratório que realizou as análises seguem a Portaria 01/1987 para leite pasteurizado tipo C. Todas as amostras submetidas às análises foram retiradas de leite cru (não pasteurizado). O tempo transcorrido entre a ordenha e a coleta (e posterior refrigeração para transporte ao laboratório) não superou 30 minutos após o contato do leite com os latões.

Tabela 1. Resultados das análises laboratoriais.

Sistema Aquecimento	Resultados (NMP/mL)		Valores de Referência * (NMP/mL)	
	Coliformes a 35 °C	Coliformes a 45 °C	Coliformes a 35 °C	Coliformes a 45 °C
Controle (sem lavagem)	≥ 2.400	< 3	Máximo 10	Máximo 2
Elétrico-gás	≥ 1.100	< 3	Máximo 10	Máximo 2
Solar-elétrico	460	< 3	Máximo 10	Máximo 2
Solar-gás	93	< 3	Máximo 10	Máximo 2

* Segundo Portaria 01/1987 para leite pasteurizado tipo C

Para todos os resultados o NMP de Coliformes a 45 °C (Coliformes fecais) manteve-se o mesmo. Isto não significa que os sistemas não sejam eficientes para matar este tipo de microrganismo, pois se sabe que a presença de Coliformes a 45 °C, não prova a contaminação de origem fecal (SILVA; CAVALLI e OLIVEIRA, 2006).

Pelos resultados das análises, o sistema híbrido que apresentou melhor eficiência para a redução do NMP/mL dos microrganismos estudados foi o sistema composto pelo aquecedor solar feito com materiais recicláveis e pelo aquecedor a gás.

3.2. Custos dos Aquecedores

Os aquecedores foram utilizados em pares para que não houvesse falta de energia para o aquecimento da água utilizada nas lavagens dos materiais de ordenha. A ordem de uso de cada par formou um sistema híbrido de aquecimento. Os três sistemas foram:

- 1) Sistema elétrico mais apoio do sistema a gás;
- 2) Sistema solar feito com material reciclável com apoio do sistema a gás e;
- 3) Sistema solar feito com material reciclável com apoio do sistema elétrico.

Os custos dos aquecedores foram formados a partir dos orçamentos referentes a cada um dos sistemas. Os valores são datados de outubro de 2010, ano em que foram adquiridos os materiais.

Tabela 2. Investimento necessário para o sistema híbrido 1 (elétrico-gás).

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor	Valor
-----------	------------	---------	-------	-------

			Unitário (R\$)	Total (R\$)
Aparelho Ebulidor	1	unid.	30,00	30,00
Caldeirão	1	unid.	70,00	70,00
Botijão Gás	1	unid.	100,00	100,00
Fogão Mono boca	1	unid.	79,90	79,90
Total				279,90

unid - unidade

Fonte: Orçamento Local.

Tabela 3. Investimento necessário para o sistema híbrido 2 (solar-gás).

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Tubos e conexões em PVC	78	m	1,65	128,70
Reservatório Água	1	unid.	215,00	215,00
Ferramentas e tinta	1	unid.	79,55	79,55
Caldeirão	1	unid.	70,00	70,00
Botijão Gás	1	unid.	100,00	100,00
Fogão Monoboca	1	unid.	79,90	79,90
Total				673,15

m – metro

unid. – unidade

Fonte: Orçamento Local.

Tabela 4. Investimento necessário para o sistema híbrido 3 (solar-elétrico).

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Tubos e conexões em PVC	78	m	1,65	128,70
Reservatório Água	1	unid.	215,00	215,00
Ferramentas e tinta	1	unid.	79,55	79,55
Caldeirão	1	unid.	70,00	70,00
Aparelho Ebulidor	1	unid.	30,00	30,00
Total				523,25

m – metro

unid. – unidade

Fonte: Orçamento Local.

Os custos de operação dos sistemas híbridos são formados pelos valores mensais dos insumos necessários para a operação de cada sistema.

Cada sistema híbrido utiliza diferentes insumos conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Custo de operação dos sistemas híbridos de acordo com o insumo necessário.

Insumos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Energia Elétrica (rede) R\$/Mês	30,00	0,00	30,00
Gás (GLP) R\$/Mês	40,00	40,00	0,00
Depreciação R\$/Mês	23,33	56,10	43,60
Juros R\$/Mês	14,00	33,66	26,16
Total Mensal (R\$)	107,33	129,76	99,76

Fonte: pesquisa.

Cada sistema apresenta um custo de operação distinto, pois utilizam insumos diferentes. Os valores informados são referentes a um mês de operação. Para os insumos energia elétrica e gás foram utilizados os valores praticados em maio de 2011 na região de Mirante do Paranapanema.

A depreciação é apresentada, pois é parte do valor necessário para manutenção e reparos eventuais dos sistemas, sendo completado pelos juros. Para o cálculo do valor da depreciação foi utilizado o valor total de cada sistema dividido pela quantidade de meses do ano (12). Para cálculo dos juros foi necessário obter a taxa de juros referente a um mês (utilizando 6% ao ano) e multiplicá-la pelo valor total do sistema.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa teve como finalidade oferecer um sistema de aquecimento barato e eficiente, para ser utilizado por pequenos produtores rurais durante o processo de ordenha, adequando-se a IN 51.

A avaliação da eficiência na remoção de microrganismos (Coliformes a 35 °C e Coliformes a 45 °C) dos equipamentos que entram em contato com o leite, reduzindo a contaminação teve como melhor resultado o Sistema Híbrido 2 composto pelo aquecedor solar de materiais recicláveis e pelo aquecedor a gás.

Os aquecedores estudados tiveram resultados positivos para redução de microrganismos. Estes sistemas híbridos podem ser utilizados por qualquer produtor por

possuírem valor de aquisição relativamente baixo em comparação a sistemas convencionais de aquecimento de água.

5. REFERÊNCIAS

BRESSAN, Matheus; MARTINS, Marcelo C. **Segurança alimentar na cadeia produtiva do leite e alguns de seus desafios**. Artigo técnico, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/sala/artigos/artigolinha.php?id=3>>. Acesso em: 15 out. 2010.

FORSYTHE, Stephen J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GUERREIRO, Paola K.; MACHADO, Márcia R. Fragoso; BRAGA, Gilberto C.; GASPARIANO, Eliane; FRANZENER, Alexandra da S. Martinez. **Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção**. In CIÊNCIA E AGROTECNOLOGIA: Janeiro, vol. 29, nº 1, fev 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542005000100027&lang=pt>. Acesso em: 28 set. 2010.

MAPA. Informações gerais sobre a Instrução normativa nº. 51. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 27 març. 2010.

PICININ, Lídia C. Almeida. **Quantidade e qualidade da água na produção de bovinos de leite**. Artigo técnico, 2010. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-leite/administracao/artigos/quantidade-qualidade-agua-producao-t305/124-p0.htm>>. Acesso em: 28 ago 2010.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. **Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos**. In. CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Abr/Jun, vol. 26 nº.2 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000200018> Acesso em: 02 mai 2011.