

VANESSA CRISTINA DE CASTRO

**DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA, DA GERAÇÃO DE EFLUENTES E
DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM LATICÍNIO DE PEQUENO PORTE**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C355d
2007

Castro, Vanessa Cristina de, 1980-

Diagnóstico do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte / Vanessa Cristina de Castro. – Viçosa, MG , 2007. xiii, 52f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Frederico José Vieira Passos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 45-49.

1. Indústria de laticínios - Eliminação de resíduos.
2. Água - Consumo. 3. Resíduos industriais. 4. Embalagens. 5. Higiene do trabalho. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 637.127

VANESSA CRISTINA DE CASTRO

**DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA, DA GERAÇÃO DE EFLUENTES E
DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM LATICÍNIO DE PEQUENO PORTE**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.**

APROVADA: 2 de Março de 2007

Prof. Nélio José de Andrade
(Co-Orientador)

Prof. Ismael Maciel de Mancilla
(Co-Orientador)

Prof. José Benício Paes Chaves

Prof. Ann Honor Mounteer

Prof. Frederico José Vieira Passos
(Orientador)

A meus pais Hildeu e Maria Auxiliadora, pelos ensinamentos de vida, pela forma que me educou e pelo eterno apoio para que me tornasse sempre uma boa profissional...

À minha avó Eponina, pelo incentivo, apoio e ensinamentos...

Aos meus irmãos Rosane, Roseli e Hudson pelo apoio, amizade e carinho...

Ao meu namorado Edvaldo que sempre se fez presente em momentos jamais esquecidos...

Aos meus sobrinhos Mateus, Juliana, Thiago, Michel, Hugo e Maria Luíza pela alegria que sempre sinto ao vê-los e por transmitir esperança de um mundo melhor...

Aos meus cunhados Binho e Renata, pela amizade...

Ao meu cunhado Lacir, pela amizade e apoio incondicional...

DEDICO

A Deus

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me conduzir pelo melhor caminho e me conceder saúde, paz, serenidade e força para realizar meus projetos de vida.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente, ao Departamento de Tecnologia de Alimentos e ao Coluni, pela excelente formação e oportunidades concedidas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Frederico José Vieira Passos, pela orientação, amizade, convivência, confiança e atenção dispensadas, enfim, pelo apoio constante e incondicional.

Ao professor Nélio José de Andrade, pelas valiosas sugestões, conselhos e colaboração na realização deste trabalho e pela permissão para utilizar seu laboratório.

Ao professor Ismael Maciel de Mancilha, pelo aconselhamento e participação na dissertação.

Ao professor José Benício Paes Chaves, pelas sugestões e participação na dissertação, assim como pela orientação, amizade, confiança e atenção dispensadas nos dois anos de iniciação científica.

À Professora Ann Honor Munteer, pelas sugestões e participação na dissertação.

Ao Laticínio Viçosa – FUNARBE, pela oportunidade concedida para melhorar meus conhecimentos na área de leite e derivados, pela cessão de seu espaço para realizar este trabalho e, em especial, a Aristides, José Carlos, Geraldinho, Adão, Iura, Aduino, Walison, Fred, Lúcio, Adilson, Luciano, Helvécio, Nem, Sr. Anastácio, Renato, Jéferson, Silvério, Luiz, André, 70, José Carlos (Barrinha) e Nélio, pela colaboração e amizade.

A todos os professores do DTA/UFV, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários do DTA/UFV que me ajudaram na elaboração deste trabalho.

À Geralda, Vaninha, Adão e Juarez, pela amizade e presteza sempre que necessitei de seus bons ofícios.

À Júnia, pela ajuda preciosa na realização deste trabalho, assim como pela amizade. Com ela aprendi o verdadeiro significado da palavra companheirismo.

A todos os amigos formados no decorrer do curso de graduação e de mestrado na UFV, pela amizade, apoio e compreensão concedidos em vários momentos.

À Vivinha, Dani e Fabinho, pela formação do quarteto inseparável durante os cinco anos que estudamos juntos, tornando a amizade certamente eterna.

À Silvana, Regi, Raianny e a todos os amigos formados no Coluni, pela ótima convivência e amizade.

À Vivinha e Isabela, pela maravilhosa convivência durante o tempo em que moramos juntas no “birô de antiguidades”, tornando a amizade certamente duradoura.

Aos companheiros de trabalho no laboratório, Danilo, Roberta Careli, Paty, Joelma e Lara, pela amizade, sugestões e incentivo.

À Selene e Priscilinha, pelos maravilhosos dois anos de trabalho juntas, assim como pela amizade.

Àqueles que por ventura não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram ou me incentivaram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Vanessa Cristina de Castro, filha de Hildeu Eulálio de Castro e Maria Auxiliadora de Castro, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, no dia 12 de junho de 1980.

Em janeiro de 2005, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Biotecnologia e Microbiologia de Alimentos, submetendo-se à defesa da dissertação no dia 2 de março de 2007.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1.0 - INTRODUÇÃO	1
2.0 - OBJETIVOS	2
Objetivo Geral:	2
Objetivos Específicos:	2
3.0 - REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 - Caracterização da Indústria de Laticínios no Brasil	3
3.2 - Gerenciamento Ambiental	4
3.3 – Característica dos Resíduos Gerados na Indústria de laticínios	6
3.4 - Redução do consumo e reúso da água	8
3.5 – Higienização na indústria de alimentos	10
3.6 – Avaliação dos Procedimentos de Higienização	10
3.7 - Procedimentos Operacionais Padrão de Higienização e Instruções de Trabalho .	12
3.8 - Programas Educacionais	13
4.0 - MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 – Consumo de água e geração de leite e soro de queijo	15
4.2 - Quantificação de perdas de embalagem	15
4.3 – Verificação do cumprimento das Instruções de Trabalho (IT) relacionadas ao procedimento de higienização	16
4.4 – Monitoramento dos procedimentos de higienização	16
4.4.1 – Análises microbiológicas de microrganismos mesófilos aeróbios	17
4.4.2 – Análises por ATP-bioluminescência	18
4.5 – Avaliação do ar dos ambientes de processamento	18
4.6 – Planejamento de programa educativo e treinamento	19
4.7 – Análises dos resultados	19
5.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1 - Consumo de água e geração em efluentes	20
5.2 - Quantificação de perdas de embalagem	22
5.3 – Verificação do cumprimento das Instruções de Trabalho (IT) relacionadas ao procedimento de higienização	23
5.4 – Resultados das análises microbiológicas e das análises de ATP-Bioluminescência nas superfícies dos equipamentos	25
5.4.1 – Estudo de Caso: Caminhão tanque e Tubulação do setor de doce de leite ...	29
5.5 - Avaliação dos ambientes de processamento	30

5.6 – Medidas para a redução de consumo de água e de geração de efluentes.....	35
5.6.1 – Planejamento de um programa de gerenciamento ambiental	35
5.6.2 - Ações de engenharia	35
5.6.3 - Planejamento de programa educativo e treinamento	39
6.0 – CONCLUSÕES	43
7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	50

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Características de alguns efluentes gerados no laticínio estudado.....	22
Quadro 2 - Valores médios de cinco repetições da porcentagem de perda de embalagem, quantidade de embalagem perdida e do coeficiente de perda na indústria de laticínio estudada.....	22
Quadro 3 - Modificações observadas nos procedimentos de higienização e as justificativas dos colaboradores para as modificações	24
Quadro 4 - Média e desvio padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios expressa em ufc·cm ⁻² e de unidade relativa de luz nas superfícies dos equipamentos imediatamente após a sanitização.	25
Quadro 5 - Conclusões para cada superfície em cada uma das técnicas estudadas.....	26
Quadro 6 – Porcentagem de superfícies consideradas em condições higiênicas satisfatórias por diferentes recomendações.	26
Quadro 7 - Resumo da análise de variância dos logaritmos decimais (log10) da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, expressa em ufc·cm ⁻² , e dos logaritmos decimais (log10) de unidade relativa de luz (URL) para ATP total, nas diferentes superfícies analisadas imediatamente após o procedimento de sanitização.	27
Quadro 8 - Média e desvio padrão dos logaritmos decimais da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios, expressa em ufc·cm ⁻² e dos logaritmos decimais de unidade relativa de luz (URL) para ATP total nas superfícies analisadas imediatamente após o procedimento de sanitização.....	28
Quadro 9 - Média e desvio padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios expressa em ufc·cm ⁻² na superfície interna do caminhão tanque após a higienização.	29
Quadro 10 - Média e desvio padrão do número de unidade relativa de luz (URL) na superfície interna do caminhão tanque após a higienização.	29
Quadro 11 – Média e desvio padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios expressa em ufc·cm ⁻² na superfície da tubulação que transporta doce de leite para a máquina de envase imediatamente após a sanitização.....	30
Quadro 12 – Média e desvio padrão do número de unidade relativa de luz (URL) na superfície da tubulação que transporta doce de leite para a máquina de envase imediatamente após a sanitização.....	30
Quadro 13 – Média e desvio padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras expressa em ufc·m ⁻³ no ar dos ambientes de processamento.	31
Quadro 14 -Resumo da análise de variância dos logaritmos decimais (log10) da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras expressa em ufc·m ⁻³ no ar de ambientes de processamento de uma indústria de laticínio.	34
Quadro 15 – Média e desvio padrão dos logaritmos decimais da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras, expressa em ufc·m ⁻³ no ar de ambientes de processamento da indústria de laticínio estudada.	34

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Média do consumo diário de água total e do volume de leite processado, em litros, no período de setembro/06 a janeiro/07.....	20
Figura 2 - Consumo de água por litro de leite processado (L/L) no período de setembro/06 a janeiro/07	20
Figura 3 - Desperdício de água com mangueira aberta sem uso.....	21
Figura 4 - Placas de microrganismos aeróbios mesófilos na sala de processamento de manteiga (A) e de processamento de queijo (B).....	33
Figura 5 - Placas de fungos filamentosos e leveduras na sala de processamento de manteiga (A) e na recepção (B).....	33
Figura 6 – Modificação na linha de processamento de doce de leite para recircular a água de resfriamento.....	37
Figura 7 – Exemplos de cartazes.	39
Figura 8 – Cartilha sobre a importância de se economizar água.	42

RESUMO

CASTRO, Vanessa Cristina de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2007.
Diagnóstico do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte. Orientador: Frederico José Vieira Passos.
Co-orientadores: Nélio José de Andrade e Ismael Maciel de Mancilha.

Reduzir, reutilizar e reciclar são as novas tendências do mercado. Tanto as grandes empresas como as pequenas estão se adequando a esse novo cenário, não sendo diferente no ramo da indústria. No sentido de contribuir com esse novo cenário, o objetivo geral deste trabalho foi disponibilizar conhecimentos sobre práticas e/ou procedimentos para a redução do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em uma indústria de laticínios de pequeno porte. Durante o período de setembro de 2006 a janeiro de 2007, foi quantificado o consumo diário de água obtido pela leitura do hidrômetro, e determinado o coeficiente de consumo expresso em litros de água por litro de leite processado. Foram estimados a porcentagem de embalagem perdida, a massa diária de embalagem perdida e o coeficiente de perda expresso em gramas de embalagem por litro de leite processado. Foi feito um acompanhamento detalhado das etapas de higienização em todas as linhas de processamento, verificando se os procedimentos executados pelos colaboradores do laticínio estavam em acordo com as Instruções de Trabalho disponíveis na indústria. Os procedimentos de higienização dos equipamentos foram avaliados em cada linha de processamento, usando a técnica da bioluminescência e a contagem padrão em placas. Os ambientes de produção foram analisados quanto à presença de bactérias aeróbias mesófilas e fungos filamentosos e leveduras, utilizando o amostrador de ar MAS-100 da Merck, de um estágio. A média do consumo diário de água foi de 81.260 litros e a média do volume de leite processado de 14.329 litros, resultando em um coeficiente médio de consumo de 5,67. Foi constatado ser possível reduzir o consumo de água em 15.400 litros diariamente, apenas com a implementação de medidas de engenharia simples e de baixo custo juntamente com a padronização dos procedimentos de limpeza, treinamento e conscientização dos funcionários e práticas de reuso da água. Estes procedimentos correspondem a uma redução de 19% no consumo diário total. A embalagem que possui o maior percentual de perda (14%) e o maior coeficiente de perda (0,36 g de embalagem/litro de leite) é o selo utilizado para lacrar o pote de manteiga, seguido pelo selo que lacra o pote de requeijão com 13% de perda e coeficiente de 0,15. A técnica da bioluminescência considerou 36% das superfícies em condições higiênicas satisfatórias, 36% em condições suspeitas e 28% em condições higiênicas insatisfatórias quanto ao procedimento de higienização. A contagem microbiana detectou 27% das superfícies em

condições higiênicas satisfatórias, considerando a recomendação da APHA e a recomendação de 64% da OMS. Dos ambientes analisados, 33% deles obtiveram contagens para aeróbios mesófilos acima de $90 \text{ UFC}\cdot\text{m}^{-3}$ e 67% obtiveram contagens para fungos filamentosos e leveduras acima desse valor, evidenciando uma maior presença de fungos e leveduras no ar dos ambientes de processamento. De posse destes dados, foi proposto um programa educativo direcionado principalmente para as micros e pequenas empresas do setor de laticínios, mostrando a importância e as vantagens de fazer um controle preventivo da geração de efluentes e do consumo de água.

ABSTRACT

CASTRO, Vanessa Cristina de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2007.
Diagnosis the water consumption, the generation of effluents and solid residues from a small business producing dairy products. Adviser: Frederico José Vieira Passos. Co-Advisers: Nélio José de Andrade e Ismael Maciel de Mancilha.

The new trend in the market is to reduce, to reuse and to recycle. Both large and small companies in different industries are adapting to this new scenario. In the interest of contributing to the new scenario, the general objective of this work was to make knowledge available on practices and / or procedures for the reduction of water consumption, the generation of effluents and solid residues from a small business producing dairy products. During the period September 2006 to January 2007, the daily consumption of water was quantified by taking reading from the water meter, and the consumption coefficient was determined and expressed in litres of water per litre of processed milk. There was an estimate of the percentage of lost packing, of the daily mass of lost packing and the loss coefficient was expressed in grams of packing per litre of processed milk. A detailed assessment of the hygiene procedures in the process lines was made in order to verify that the procedures carried out were in agreement with work instructions available for the industry. The procedures for sterilization of equipment were evaluated in each processing line, using the technique of bioluminescence and the pattern count in plates. The production environment was analyzed with relationship to the presence of aerobic mesophile bacteria and fungus spores and yeast cells, using the Merck MAS-100 single stage sampler. The average daily consumption of water was 81.260 litres and the average volume of processed milk was 14.329 litres, resulting in a medium coefficient of consumption of 5,67. It was verified that it would be possible to reduce the consumption of water to 15.400 litres per day, just with the implementation of simple low cost engineering measures together with the standardization of the cleaning procedures, training and the employees' understanding of the need to reuse water. These procedures correspond to a reduction of 19% in the total daily consumption. The packing which has the largest percentile loss (14%) and the largest loss coefficient (0,36 g of packing / litre of milk) is the label used to seal the butter pot, followed by the label that seals the curd pot, with 13% loss and coefficient of 0,15. The method of bioluminescence considered 36% of the surfaces in satisfactory hygienic state, 36% in suspect conditions and 28% in unsatisfactory hygienic conditions when related to the sterilization procedure. The microbial count detected 27% of the surfaces in satisfactory hygienic conditions, considering the recommendation of APHA and the recommendation of 64% of WHO. Of the analyzed environments, 33% of them obtained counts for aerobic mesophile above 90

UFC·m⁻³ and 67% obtained counts for fungus spores and yeast cells above that value, evidence of a larger presence of fungus and yeasts in the air of the processing environment. With the complete data in hand, an educational program was proposed addressed mainly to the small and medium companies in the dairy products sector, showing the importance and the advantages of using preventative control of effluent generation and reducing the water consumption.

1.0 - INTRODUÇÃO

Preservar o meio ambiente não é mais um modismo das minorias, mas uma necessidade universal para a preservação da espécie humana. E parece lógico que qualquer iniciativa que auxilie a melhor relação entre o homem e o meio ambiente é altamente justificável e benéfica para o próprio homem, podendo auxiliar na reversão das previsões mais pessimistas ou pelo menos amenizá-las. Ao mesmo tempo, o crescente desenvolvimento da consciência ecológica em todos os níveis tem conduzido ao desenvolvimento de diversos mecanismos da sociedade, visando à preservação ambiental.

O novo cenário mundial praticamente obrigará, via restrições ao comércio, todas as empresas, grandes ou pequenas, a adotar, num futuro próximo, além de padrões de qualidade de produtos já tradicionalmente conhecidos, padrões de qualidade ambiental. A qualidade ambiental passará de um ato de resposta às restrições impostas pelos órgãos ambientais para tornar-se um componente importante de competitividade no mercado.

Com a crescente preocupação do homem em relação às questões ecológicas e aos graves efeitos de sua ação predatória sobre o planeta e sobre a própria espécie, a atenção à saúde se volta para um contexto mais amplo, levando em conta as relações entre esta mesma saúde e o ambiente físico e social. Essa dimensão ambiental abrangente pode ser uma oportunidade para superar, de vez, o enfoque sanitaria tradicional da educação em saúde, restrita a práticas centradas unicamente em regras de higiene pública e individual.

O surgimento de uma legislação ambiental e a introdução das normas de gestão pela qualidade ambiental, a exemplo da série ISO 14000, constituem um importante instrumento de controle e fiscalização das atividades industriais, contribuindo para a melhoria da gestão das empresas, inclusive para a implantação de medidas que resultem na redução do impacto ambiental.

A gestão ambiental é, antes de tudo, uma questão de sobrevivência, tanto da sustentabilidade do ser humano no planeta, quanto das pequenas empresas no mercado, tendo em vista que o meio ambiente é hoje parte do processo produtivo e não mais uma externalidade. Isto faz com que a variável ambiental esteja presente no planejamento das empresas por envolver a oportunidade de redução de custos, já que uma empresa poluente é, antes de mais nada, uma entidade que desperdiça matéria-prima e insumos, gastando mais para produzir menos.

As empresas adquiriram uma visão estratégica em relação ao meio ambiente. A preocupação passou a ser a de agir nas fontes geradoras de forma a minimizar a

geração dos resíduos, reaproveitá-los e, só em último caso, tratá-los e dispô-los de maneira segura.

As micros e pequenas empresas cumprem um papel importante na criação de riquezas no Brasil. Elas representam 98% das empresas brasileiras e empregam aproximadamente 60% da mão-de-obra. Entretanto, a questão ambiental ainda se encontra num estágio de sensibilização e entendimento por parte destes empresários. Cabe então ao setor promover o seu desenvolvimento com mínimo comprometimento da qualidade ambiental, conscientizando os donos e os trabalhadores das indústrias e implementando ações concretas para minimizar o impacto ambiental.

2.0 - OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Disponibilizar conhecimentos sobre práticas e/ou procedimentos para redução da geração de resíduos sólidos, de efluentes líquidos e do consumo de água em uma indústria de laticínios de pequeno porte.

Objetivos Específicos:

- Quantificar o consumo total de água, o volume de efluentes gerados e a quantidade de resíduo sólido gerado proveniente do descarte de embalagens;
- Verificar o cumprimento das Instruções de Trabalho disponíveis na indústria relacionadas aos procedimentos de higienização;
- Avaliar a higienização dos equipamentos e dos ambientes de processamento;
- Sugerir algumas ações de engenharia com vistas à redução do consumo de água e da geração de efluente; e
- Propor a implantação de um programa educativo e de treinamento para os colaboradores do laticínio abordando assuntos como produção mais limpa, redução de consumo de água e padronização dos procedimentos de higienização.

3.0 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Caracterização da Indústria de Laticínios no Brasil

O Brasil é o sexto produtor mundial de leite. Sua produção, em 2005, foi da ordem de 23,3 bilhões de litros, volume que representa 4,4% da produção mundial, de 530,7 bilhões de litros (Embrapa, 2006).

Entre os maiores produtores de leite do mundo, o Brasil apresentou a maior taxa anual de crescimento da produção nos últimos 10 anos. A taxa brasileira foi 73% maior que a americana, enquanto as produções da Rússia, da Alemanha e da França tiveram taxas negativas de crescimento. Mantido tal comportamento, a produção nacional terminará, na próxima década, em segundo lugar, perdendo apenas para a dos Estados Unidos (SEBRAE-MG/SILEMG/FAEMG, 2006).

A produção de leite no Brasil, nos anos de 1990 a 2004, aumentou, em média, 3,38% ao ano (SEBRAE-MG/SILEMG/FAEMG, 2006). As regiões Sudeste e Sul responderam, em 2003, por 66% da produção nacional. Na região Sudeste estão concentrados a maior produção, os maiores centros de consumo e as indústrias de laticínios. Quanto à produtividade, foram também essas duas regiões que apresentaram os mais elevados índices. Entre os estados da região Sudeste, Minas Gerais ocupa o primeiro lugar na produção de leite, 71%, e o primeiro lugar entre todos os estados brasileiros na produção nacional, 29% (SEBRAE-MG/SILEMG/FAEMG, 2006).

A agroindústria mineira do leite é a mais importante do País. Sua liderança é histórica. O Estado foi sede da primeira indústria de laticínios do Brasil e da América do Sul. Além disso, a representatividade do setor na economia mineira é mais expressiva que no cenário nacional (INDI, 2003). O volume de leite produzido em Minas Gerais, em 2004, foi de 6629 milhões de litros, o que equivale a 30% do total registrado no País (Embrapa, 2006).

Este é um setor de grande significado econômico, político e social para Minas Gerais, principalmente porque se encontra disseminado por todo o estado, colaborando de forma inegável para a interiorização do desenvolvimento, limitando o êxodo rural e diminuindo as desigualdades regionais (INDI, 2003).

Nos estados que lideram a produção nacional de leite e derivados, predominam as micros e pequenas empresas. Em Minas Gerais, por exemplo, 40,12% delas podem processar somente até 5 mil litros de leite/dia; 17,57%, de 5 a 10 mil litros; 16,69%, de 10 a 20 mil litros/dia; 17,42%, de 20 a 50 mil litros/dia; e somente 8,2% processam mais de 50 mil litros/dia (INDI, 2003).

Em 2002, estima-se que 37,3% do leite produzido no Brasil tenha sido consumido e/ou processado sem a fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF). Essa informação indica a existência de muitas indústrias que operam na ilegalidade. Esse índice já foi muito maior, mas, para um País que deseja competir no mercado internacional, ainda é muito grande. Em Minas Gerais, possivelmente, a situação seja até pior, devido à sua tradição na fabricação dos chamados queijos artesanais, produzidos sem inspeção do Ministério da Agricultura ou do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) (INDI, 2003).

No estudo “Diagnóstico da Indústria de Laticínios de Minas Gerais”, realizado pelo SEBRAE-MG/SILEMG/FAEMG, em 1997, foram identificadas 667 empresas de laticínios que operam sem o SIF (Sistema de Inspeção Federal) . Essas indústrias são licenciadas pelo Estado, pelo município ou não possuem qualquer tipo de fiscalização. Não foram encontradas na literatura informações mais recentes descrevendo o quadro atual dos laticínios mineiros.

Minas Gerais, por liderar a produção nacional de leite e derivados, abriga um parque industrial com as maiores e mais modernas empresas do País, tais como Nestlé, Danone, Itambé, Cotochés, Barbosa & Marques, Vigor etc. Também se encontram instaladas no Estado inúmeras empresas de pequeno porte, desprovidas de condições básicas necessárias exigidas pelas fiscalizações federal e estadual, colocando no mercado produtos de qualidade duvidosa e sem padronização, dificultando sua sobrevivência no mercado (INDI, 2003).

O mercado do leite e derivados depende de vários fatores, tais como: população, crescimento demográfico, poder aquisitivo, hábito dos consumidores, qualidade e preço dos produtos ofertados no mercado, existência de produtos concorrentes e/ou substitutos (INDI, 2003).

Com a abertura da economia brasileira, a indústria de laticínios, tanto nacional quanto mineira, vem passando por um processo de modernização, diversificação, aumento da escala de produção e melhoria da qualidade de seus produtos, principalmente aquelas ligadas aos produtos mais sofisticados. As indústrias que operam no setor produtivo menos sofisticado, tais como queijos tradicionais, manteiga e doce de leite também precisam despertar para a modernização (INDI, 2003).

3.2 - Gerenciamento Ambiental

No passado, as indústrias concentravam suas preocupações exclusivamente na produção e nos lucros. Ações para proteger o meio ambiente eram insignificantes, tendo

sido esta despreocupação responsável pela ocorrência de comprometimentos ambientais irreversíveis (Pereira e Tocchetto, 2005).

O surgimento de uma legislação ambiental constituiu um importante instrumento de controle e fiscalização das atividades industriais, contribuindo para a melhoria da gestão das empresas, inclusive para a implantação de medidas que resultaram na redução do impacto ambiental. Nas duas últimas décadas, as operações industriais experimentaram mudanças radicais com implicações significativas, principalmente com a introdução das normas de gestão pela qualidade ambiental, a exemplo da série ISO 14000 (Pereira e Tocchetto, 2005).

As empresas adquiriram uma visão estratégica em relação ao meio ambiente, passando a percebê-lo como oportunidade de desenvolvimento e crescimento. A preocupação passou a ser a de agir nas fontes geradoras de forma a minimizar a geração de resíduos, reaproveitá-los e, só em último caso tratá-los e dispô-los de maneira segura. Dentre os inúmeros benefícios alcançados, destacam-se a melhoria da imagem perante os diversos segmentos que interagem com o empreendimento; a redução dos custos ambientais; menores riscos de infrações e multas; aumento de produtividade; melhoria da competitividade; e o surgimento de alternativas tecnológicas inovadoras, além de ganhos substanciais quanto à saúde da população e a proteção ao meio ambiente (Pereira e Tocchetto, 2005).

Uma nova tendência na indústria de alimentos, segmento de laticínios, é a busca de novas tecnologias, principalmente visando ao aproveitamento de resíduos antes considerados desprezíveis e, como tal, liberados no meio ambiente. A aplicação de técnicas de gestão aliada às ferramentas e filosofias atuais como "emissão zero", "tecnologia mais limpa", "APPCC/HACCP - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle" e "Boas Práticas de Fabricação", tem propiciado consideráveis melhorias na redução da emissão de resíduos nas indústrias de alimentos (Silveira, 1999).

Segundo Silva (2006), pode-se afirmar que a gestão da qualidade e a gestão ambiental estão fortemente interligadas e o bom funcionamento de uma cria um ambiente favorável para a implantação e funcionamento da outra. Segundo o mesmo autor, em muitas empresas hoje coexistem sistemas de gestão de qualidade, gestão ambiental e gestão de segurança do trabalho e saúde ocupacional, constituindo um sistema de gestão integrado promovendo maior conscientização de todas as camadas da organização, obtendo produtos de qualidade e respeitando o meio ambiente com segurança e saúde para os colaboradores.

De forma geral, as pequenas e médias empresas de laticínios encontram-se em fase de sensibilização sobre as questões ambientais. Contudo, o interesse crescente pela preservação do meio ambiente conduz a um movimento progressivo de conscientização

da população no sentido de, cada vez mais, consumir produtos e serviços que gerem menor impacto ambiental, exigindo uma adequação por parte das empresas (Machado, Silva e Freire, 2001).

3.3 – Característica dos Resíduos Gerados na Indústria de Laticínios

Os principais impactos ambientais das indústrias de laticínios estão relacionados à geração de efluentes líquidos, de resíduos sólidos e das emissões atmosféricas, geralmente sem nenhum tipo de controle ou tratamento.

Os efluentes líquidos das indústrias de laticínios abrangem as águas de lavagem de equipamentos e piso, os esgotos sanitários gerados, as águas pluviais captadas na indústria e o leite e seus derivados (Machado, Silva e Freire, 2001). Segundo Silva (2006), a geração dos efluentes líquidos nas indústrias de laticínios está relacionada ao volume de água consumido. Strydom (1997) relata que o valor da relação entre o volume de efluentes líquidos gerados e o volume de água consumida pelos laticínios está situado entre 0,75 e 0,95, justificando a tendência de muitos projetistas de igualar, por medida de segurança, o volume de efluentes ao volume de água consumido.

Os resíduos sólidos gerados nas pequenas e médias indústrias de laticínios incluem embalagens de bombonas plásticas, embalagens de papelão, lixo doméstico, cinzas de caldeiras, aparas de queijo e, em menor quantidade, metais e vidros. Como o volume desses resíduos é geralmente reduzido, soluções cômodas e simples de disposição final têm sido adotadas, sem a utilização de critérios técnicos, podendo significar perdas econômicas e agressões ao meio ambiente (Machado, Silva e Freire, 2001).

As emissões atmosféricas na indústria de laticínios são provenientes da queima dos combustíveis nas caldeiras, geralmente óleo ou lenha, cujo vapor é usado para a limpeza e desinfecção de pisos e equipamentos e em etapas do processo produtivo. A combustão do óleo resulta na emissão de poluentes atmosféricos, tais como material particulado, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e monóxido de carbono. A queima da lenha também libera esses mesmos poluentes, além de compostos voláteis como o ácido acético, metanol, acetona, acetaldeído e alcatrão (CETEC, 1998).

O efluente líquido é considerado um dos principais responsáveis pela poluição causada pela indústria de laticínios. Em muitos laticínios, o soro é descartado junto com os efluentes líquidos, sendo considerado um forte agravante em virtude do seu elevado potencial poluidor. O soro é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico. Uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes (Machado et al, 2002).

Para as pequenas e médias indústrias de laticínios, as alternativas economicamente viáveis de aproveitamento do soro ficam muito limitadas se as indústrias forem consideradas isoladamente. Contudo, a busca conjunta de ações que facilitem o escoamento da produção, a adoção de programas para melhoria da qualidade nas indústrias, a implantação de unidades estrategicamente localizadas para a pré-concentração e o encaminhamento para uma unidade de processamento podem representar a solução definitiva para o problema do aproveitamento do soro. Algumas alternativas que podem ser utilizadas para aproveitamento do soro de queijo são a fabricação da ricota, da bebida láctea, do soro concentrado, do soro em pó e soro para alimentação animal (Machado, Silva e Freire, 2001).

Tem sido verificado um grande potencial de crescimento para os produtos do soro no Brasil. A expressiva produção brasileira de queijo gera grande quantidade dessa matéria-prima, ainda subaproveitada. Pequena parte do soro é empregada na fabricação de ricota e na produção de bebidas lácteas, sendo mais comum a utilização do soro na alimentação de suínos ou seu lançamento em rios (Porto, Santos e Miranda, 2005).

Industrialmente, o soro pode ser processado mediante diversas técnicas, tais como filtração, centrifugação, evaporação, secagem, ultrafiltração, osmose reversa, tratamento térmico, fermentação, desmineralização e cristalização entre outras. As técnicas convencionalmente utilizadas para concentração do soro, em geral, necessitam de alta quantidade de energia, em virtude dos grandes volumes a serem trabalhados, e/ou apresentam problemas de escalonamento (Porto, Santos e Miranda, 2005).

A utilização do soro como matéria-prima é importante, tanto sob o ponto de vista econômico como nutricional em razão do seu alto valor biológico e alta digestibilidade. Além disso, apresenta equilibrado perfil de aminoácidos essenciais, ausência de substâncias tóxicas, sabor e aroma suaves (Porto, Santos e Miranda, 2005).

O leiteiro e o leite ácido, assim como o soro, não devem ser misturados aos demais efluentes da indústria em razão de suas elevadas cargas orgânicas. Ao contrário, devem ser captados e conduzidos separadamente, de modo a viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos ou para a utilização direta (com ou sem beneficiamento industrial) na alimentação animal. Os demais efluentes líquidos devem ser encaminhados para uma estação de tratamento de esgoto (ETE) (Machado et al., 2002).

Para as pequenas e médias empresas, a identificação e a implementação de medidas para redução de desperdícios de produtos e de matéria-prima, economia de insumos (água, eletricidade, combustível etc.) e utilização racional de produtos químicos são essenciais para otimizar o processo industrial, reduzir a carga orgânica e o volume

dos efluentes a serem tratados. Dessa forma, pode-se conseguir uma redução de custos de produção e de implantação da estação de tratamento (Machado, Silva e Freire, 2001).

Há dois tipos de ações para a redução e o controle de efluentes líquidos: ações de gerenciamento e ações de engenharia de processos. As ações de gerenciamento, como a manutenção da rotina, são iniciativas que, normalmente, não implicam custos adicionais significativos. Já as ações de engenharia de processo dizem respeito à aplicação de engenharia voltada aos processos industriais que podem exigir investimentos maiores, como a automação e a troca de equipamentos (Machado et al, 2002).

Manutenção adequada dos equipamentos, otimização dos processos de combustão, controle operacional apropriado, bem como treinamento de operadores são estratégias de controle das emissões de material particulado e óxidos de enxofre nas caldeiras (Machado, Silva e Freire, 2001).

Uma padronização de procedimentos operacionais, treinamento e conscientização dos operadores, melhor planejamento da produção, reutilização de materiais e fornecedores que recebem de volta as embalagens, principalmente as bombonas, são medidas que reduzem a quantidade de resíduo sólido gerado (Machado, Silva e Freire, 2001).

3.4 - Redução do consumo e reutilização da água

Nos dias atuais, muito se tem falado sobre o tema água. A pressão sobre o uso da água só tende a aumentar e as restrições com relação ao lançamento de efluentes no corpo receptor também (Pohlmann, 2004). A revisão recente da Resolução nº. 357, CONAMA 2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências” e a criação da lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997 que “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos” e cria o “Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990” é uma demonstração da preocupação crescente com a poluição hídrica (Rocha, 2006).

A reutilização da água ou o uso de águas residuárias não são um conceito novo e têm sido praticados em todo o mundo há muitos anos. No entanto, a demanda crescente por água tem feito de sua reutilização planejada um tema atual e de grande importância. Neste sentido, deve-se considerar a reutilização da água como parte de uma atividade mais abrangente: o uso racional da água e a minimização da produção de efluentes e do seu consumo (CETESB, 2007).

O foco das modernas práticas de gerenciamento é a minimização da carga poluidora e a redução do consumo de água na linha de processamento: um controle preventivo e não no final da linha (Silva, 2006).

Uma avaliação constante do processo de produção ajuda a reduzir as perdas de água e a identificar onde é possível fazer reciclagem. Estas são ações que devem sempre ser consideradas em empresas que buscam a excelência na área ambiental (Pohlmann, 2004).

Estudos realizados por Carawan e Pilkington (1986), em uma planta de processamento de carne, mostraram que medidas simples como treinamento de funcionários, substituição de equipamentos de limpeza, uso de aspersor e válvulas automáticas e mudanças nos processos reduziram significativamente o consumo de água e a carga poluidora. A redução no consumo de água foi em torno de 30%.

Outro aspecto que tem despertado interesse na reutilização da água é a definição da sua qualidade necessária para este fim. Uma referência é o padrão de potabilidade, ou seja, água boa é aquela que se pode beber e está dentro dos padrões da Portaria MS 518 de 2004 que “estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências”. Mas nem toda água consumida na indústria precisa ser potável, portanto, é preciso determinar qual a qualidade da água desejada para um uso específico. O desafio é encontrar o tipo de tratamento necessário para transformar um efluente antes descartado em água de reutilização. Segundo Pohlmann (2004), existem algumas características desejáveis da água de reutilização para qualquer finalidade e que podem ser obtidas com alternativas e custos variáveis. Essas características são: baixa carga orgânica, baixo teor de sólidos totais (suspensos + dissolvidos), baixa contagem de microrganismos e livre de odores.

Pohlmann (2004) sugere uma classificação das águas utilizadas na indústria:

A - água potável, para usos nobres;

B - torre de resfriamento, limpezas gerais, descargas dos banheiros; e

C - lavagens externas: currais, caminhões, pátios etc.

Casani et al. (2006) afirmam que a combinação dos custos crescentes da água, a redução da sua disponibilidade e os problemas ambientais têm tornado sua reutilização em processamento de alimentos interessante, tanto do ponto de vista econômico como do ponto de vista da sustentabilidade.

Apesar do consumo grande de água por tonelada de produto processado numa indústria de alimentos e o grande potencial para sua reutilização, esta reutilização esteve por muitos anos limitada em virtude das preocupações de higiene e dos regulamentos rígidos nesta área (Casani et al., 2006).

Segundo Pohlmann (2004), em um futuro próximo, por uma questão de necessidade, a existência de sistemas de reciclagem/reutilização de água será tão comum em indústrias quanto existência de sistemas de tratamento de efluentes.

3.5 – Higienização na indústria de alimentos

A higienização tem como objetivo garantir a qualidade final dos produtos, preservar a saúde do consumidor, além de prevenir a formação de biofilmes. O procedimento de higienização está diretamente relacionado ao tipo de resíduo que se deseja retirar da superfície a ser higienizada.

Nas indústrias de alimentos, o processo de higienização se divide em duas etapas: limpeza e sanitização que são complementares. Na etapa de limpeza, o objetivo principal é a remoção de resíduos orgânicos e minerais aderidos às superfícies, constituídos principalmente por proteínas, gorduras e sais minerais. A sanitização tem como objetivo eliminar microrganismos patogênicos e reduzir os microrganismos alteradores presentes nas superfícies de equipamentos, utensílios, manipuladores e dos ambientes até níveis considerados seguros. A sanitização pode ser realizada por sanitizantes físicos, como o calor, sob a forma de vapor, água ou ar quente; pela radiação ultravioleta; e por sanitizantes químicos, como os compostos clorados, iodados e de quaternário de amônia, ácido peracético, peróxido de hidrogênio, clorhexidina, álcoois entre outros (Andrade e Macêdo, 1996). Apenas a limpeza não é suficiente para reduzir a níveis seguros a microbiota das superfícies. Para isso, a sanitização é imprescindível.

Uma higienização eficiente é o resultado de um conjunto de fatores em que se incluem ações de caráter químico, mecânico e térmico, além de tempo de contato utilizado no procedimento de higienização. Uma otimização destes fatores leva a uma maior eficiência na higienização (Andrade e Macêdo, 1996).

Para procedimentos de higienização eficientes, as indústrias de alimentos devem escolher de forma correta os agentes de limpeza e sanitização, levando em conta o tipo e o grau de resíduos aderidos às superfícies, a qualidade da água empregada, a natureza da superfície a ser higienizada, métodos de higienização e os tipos e níveis de contaminação microbiológica (Costa, 2001).

3.6 – Avaliação dos Procedimentos de Higienização

A segurança dos alimentos é um item de preocupação tanto para os consumidores quanto para os órgãos governamentais responsáveis pela saúde pública. Como consequência, tem aumentado a pressão sobre as indústrias envolvidas no

processamento de alimentos e bebidas no que diz respeito aos padrões de qualidade durante a manufatura e obtenção do produto final (Barrichello e Allil, 1997).

A avaliação do procedimento de higienização de equipamentos e utensílios que entram em contato direto com os alimentos é uma preocupação constante das indústrias de alimentos, que necessitam de resultados rápidos para garantir a qualidade dos produtos processados e a segurança dos consumidores (Costa, 2001).

Os métodos tradicionais de análises microbiológicas, como a contagem padrão em placas, são trabalhosos além de demorados, precisando de um tempo de incubação de 24 a 72 horas (Kennedy e Oblinger, 1985). Além disso, esses métodos não detectam a presença dos resíduos que permanecem nas superfícies após a higienização, podendo ser fonte de contaminação de alimentos (Costa, 2001).

Para atender as necessidades das indústrias de alimentos, foram desenvolvidos métodos rápidos, sensíveis e precisos para a enumeração de microrganismos e a detecção de resíduos orgânicos (Hawronskyj e Holah, 1997). Dentre esses métodos rápidos, podem-se destacar: métodos biofísicos, baseados em crescimento ou metabolismo microbiano, radiometria, impedância e microcalorimetria e a técnica de ATP (Adenosina Trifosfato) bioluminescência. Essa última tem como princípio a determinação da quantidade de ATP presente sobre as superfícies avaliadas, seja este ATP de origem microbiana ou não (Kennedy e Oblinger, 1985; Griffiths, 1993). Todas as células vivas contêm moléculas de ATP, incluindo células da pele, somáticas, do sangue, de plantas e microrganismos como bactérias, fungos filamentosos e leveduras.

A técnica de ATP-bioluminescência envolve a remoção de ATP com swab esterilizado, que é colocado em contato com um complexo luciferina/luciferase extraído de cauda do vaga-lume da espécie *Photinus pyralis* ou de peixes abissais (Griffiths, 1993; Velazquez e Feirtag, 1997). A enzima luciferase utiliza a energia química contida na molécula de ATP para promover a descarboxilação oxidativa da luciferina, resultando na emissão de luz, sendo que para cada ATP um fóton de luz é emitido. A quantidade de luz emitida é proporcional à quantidade de ATP presente, que pode ser de origem microbiana ou não (Hawronskyj e Holah, 1997). Outra limitação do método é a necessidade de um número mínimo de microrganismos presentes na amostra (Adams e Hope, 1989).

Segundo Costa (2001), a técnica ATP-bioluminescência apresenta diversas vantagens: i) é rápida na obtenção dos resultados, permitindo eliminar o problema antes do processamento; ii) é simples e de fácil uso; e iii) demanda pequena necessidade de laboratório. Porém, há algumas desvantagens: i) interferência do ATP de origem não microbiano; ii) não informação da presença de microrganismos patogênicos; iii) presença

de detergentes ou outros agentes químicos pode interferir na reação; e iv) técnica cara quando comparada com as tradicionais.

A técnica de ATP bioluminescência é utilizada para a detecção da presença de bactérias, avaliação do processo de limpeza e desinfecção tanto na indústria de alimentos como em hospitais e indústrias farmacêuticas (Corbitt et al., 2000; Griffiths, 1993; Kennedy e Oblinger, 1985).

Alguns resultados encontrados na literatura são discrepantes no que concerne respeito à correlação entre o número de URL e contagens de UFC, quando avaliada a carga microbiana em mãos (Simm, 2004). Marena et al. (2002) relataram uma correlação significativa entre o número de URL e o de UFC. Já Larson et al. (2003) não encontraram correlação entre esses valores.

3.7 - Procedimentos Operacionais Padrão de Higienização e Instruções de Trabalho

A higienização em todas as etapas da cadeia alimentar é fundamental para a segurança dos alimentos e para evitar perdas. Os Procedimentos Operacionais Padrão de Higiene (POPH) são específicos das Boas Práticas de Fabricação referentes à higiene (Paula & Siqueira, 2002).

A indústria deve desenvolver, implementar e manter os POPHs em local acessível aos colaboradores. Estes procedimentos devem conter: objetivos do procedimento, equipamentos necessários para execução, campo de aplicação, descrição dos procedimentos, resultados esperados, responsáveis pela execução e pelo controle, procedimentos de monitoramento e verificação, registros (planilhas de controle) e ações corretivas (Snow, 2002).

As Instruções de Trabalho (IT's) são documentos simplificados dos procedimentos realizados rotineiramente na empresa. Uma instrução de trabalho descreve o passo a passo da execução de uma tarefa. Pode ser ilustrado para melhor entendimento. Deve ser escrito de forma simples e apenas com as informações realmente necessárias para execução da tarefa. Desde as tarefas mais simples, até as mais complexas, devem ser documentadas na forma de instruções. Este documento deve estar disponível no local onde é realizada a tarefa, de preferência de forma bem visível, como por exemplo, na forma de cartazes. Serve como lembrete, como instrumento de conscientização e capacitação (Paula & Siqueira, 2002).

3.8 - Programas Educacionais

Acredita-se que o desenvolvimento humano se processe através da educação, do ensino e do treinamento. Através da educação, o homem recebe as influências do meio e aprende convivendo com ele. Através do ensino, ele desenvolve habilidades e aprende a conhecer; por meio do treinamento, ele reformula e modifica atitudes e aprende fazendo (Barreto, 1995).

Segundo Feuillet (1991), é cada vez maior o número de empresários que consideram o treinamento um fator importante na evolução de sua organização. De acordo com Ferreira (1989), treinamento tem sido conceituado de diversas formas, como um meio para desenvolver a força de trabalho ou um processo para adequação ao desempenho no cargo, estendendo o conceito para uma nivelção intelectual através da educação geral.

O treinamento é um processo educacional, aplicado de maneira sistemática e organizada, através do qual se pretende transmitir às pessoas conhecimentos, atitudes e habilidades em função de objetivos definidos (Ferreira, 1989).

Todo programa de treinamento na empresa moderna se propõe, fundamentalmente, a formar ou a aperfeiçoar a mão-de-obra cuja necessidade foi perfeitamente identificada ou determinada (Pereira, 2004).

Segundo Barreto (1995), um programa de treinamento pode ser dividido em quatro etapas: i) etapa diagnóstica, na qual se coletam informações para subsidiar a etapa de planejamento; ii) etapa de planejamento, na qual se analisam e se definem o porquê treinar, o para que treinar e quem deve ser treinado; iii) etapa de implementação em que se desenvolve e coordena o programa de treinamento; e iv) etapa de avaliação, que acompanha todo o processo de treinamento, em seus diferentes momentos.

A partir dos dados levantados na etapa de diagnóstico, são estabelecidos os procedimentos e critérios que nortearão o planejamento do programa de treinamento e suas respectivas atividades. A etapa de implementação tem a responsabilidade de desenvolver e coordenar o programa de treinamento, visando a atender os objetivos propostos na etapa de diagnóstico. A etapa de avaliação encontra-se inserida em todas as etapas, culminando com a verificação dos resultados do programa de treinamento. A avaliação busca analisar dados antes, durante, ao final e após a implementação dos programas de treinamento (Barreto, 1995).

O processo de transmissão de informações, por exposição oral, é o procedimento de ensino que ocorre com mais frequência na execução dos Programas de Treinamento. O êxito do treinamento está em grande parte na ação do instrutor. Quando este utiliza

estratégia de ensino que possibilita uma aprendizagem efetiva, está otimizando o programa de treinamento, assim como seu resultado (Barreto, 1995).

4.0 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma indústria de laticínios localizado na Zona da Mata Mineira e nos laboratórios de Biotecnologia e Processos Fermentativos e de Higiene Industrial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

4.1 – Consumo de água e geração de leite e soro de queijo

O laticínio estudado processa em média 15.000 L de leite/dia, produzindo leite pasteurizado, queijo mussarela, queijo minas frescal, requeijão, manteiga, doce de leite e iogurte.

Foram feitas visitas periódicas à empresa para acompanhar os processos produtivos e os procedimentos de higienização, observando as atitudes dos colaboradores quanto ao gasto de água e geração de efluentes. Durante as visitas, foram realizados alguns registros fotográficos.

Durante o período de setembro de 2006 a janeiro de 2007 foram quantificados o consumo diário de água e o coeficiente de consumo (L de água/L de leite processado) do laticínio estudado. O consumo diário de água foi obtido pela leitura de um hidrômetro às 17:00 h todos os dias da semana em que houve processamento, totalizando 126 dias de coleta. O coeficiente de consumo foi calculado dividindo o volume de água consumido no dia (litros) pelo volume de leite processado no mesmo dia (litros).

Foram quantificados o volume de água gasto no resfriamento do doce de leite, o volume de água gasto no resfriamento do leite para a fabricação de queijo tipo minas frescal, o volume do leite produzido na fabricação da manteiga e o volume de soro gerado na fabricação de queijo tipo mussarela e minas frescal. Para a quantificação dos volumes, foram utilizados baldes graduados de 16 litros. Um balde foi posicionado na saída do equipamento e depois de atingido o volume máximo, retirado e substituído pelo outro vazio e assim sucessivamente até quantificar todo o volume. O volume de cada efluente foi quantificado em três repetições.

4.2 - Quantificação de perdas de embalagem

Neste trabalho foi estimado somente o resíduo sólido proveniente das embalagens descartadas com e sem o produto gerado no laticínio estudado. Foram

estimados a porcentagem de embalagem perdida/linha/dia, a quantidade (gramas) diária de embalagem perdida e o coeficiente de perda (g de embalagem / litro de leite processado). Realizaram-se cinco repetições totalizando 30 dias de coleta.

Analisaram-se todas as embalagens primárias utilizadas no laticínio em cada linha de produção.

A porcentagem de perda de embalagem foi calculada pela razão entre o total de embalagens perdidas (unidades) e o total de embalagens utilizadas (unidades), e o total de embalagens utilizadas correspondeu à soma das embalagens perdidas mais as embalagens utilizadas no envasamento.

A quantidade (gramas) diária de embalagem perdida foi calculada multiplicando-se o número de unidades perdidas por dia pela massa da embalagem, em gramas.

O coeficiente diário de perda foi calculado pela razão entre a quantidade (gramas) de embalagem perdida e o volume (litros) de leite processado para cada produto.

4.3 – Verificação do cumprimento das Instruções de Trabalho (IT) relacionadas ao procedimento de higienização

Foram disponibilizadas pela gerência do laticínio todas as Instruções de Trabalho (ITs) disponíveis na indústria. De posse destas ITs, foi feito um acompanhamento detalhado das etapas de higienização em todas as linhas de processamento para verificar se os procedimentos executados pelos colaboradores do laticínio estavam em total acordo com o que estava descrito nas ITs. A higienização de cada setor foi acompanhada junto ao colaborador responsável e as modificações observadas foram anotadas e posteriormente discutidas com o colaborador, com a busca da identificação do motivo da mudança. Cada procedimento foi acompanhado três vezes: uma a cada semana.

4.4 – Monitoramento dos procedimentos de higienização

Os procedimentos de higienização efetivamente realizados pelos colaboradores foram avaliados em cada linha de processamento usando a técnica da bioluminescência e a contagem padrão em placas para microrganismos aeróbios mesófilos. A importância dessas análises no contexto do trabalho relaciona-se à necessidade de padronizar os procedimentos de higienização mais adequados para os equipamentos, pois a falta de padronização implica o uso de detergentes e sanitizantes em concentrações e tempo de contato diferentes, significando maior consumo de água e de geração de efluentes.

Em cada setor foram avaliados dois equipamentos. Um equipamento foi escolhido por ter sido observada alguma modificação no procedimento de higienização em relação ao descrito na IT e o outro por estar em conformidade com o procedimento de higienização descrito na IT correspondente. No setor de processamento de queijo, foram avaliados a mesa utilizada para descanso da massa e o tacho em que se fabricam os queijos. No setor de processamento de iogurte, foram avaliados o tanque de fermentação e a máquina de envase. No setor de processamento de manteiga e requeijão, foram avaliadas a batedeira de manteiga e a batedeira de requeijão. No setor de empacotamento de leite pasteurizado, foram avaliados a máquina de envase do leite e o tanque de equilíbrio. No setor de processamento de doce de leite, foram avaliados o tacho usado na fabricação do doce de leite e a tubulação que transporta o doce de leite para a máquina de envase. Na recepção, foi avaliado o caminhão tanque.

Estes equipamentos foram avaliados imediatamente após a sanitização pela técnica de swab, segundo APHA (Sveum et al, 1992) e pela técnica de ATP-bioluminescência, (BIOTRACE, 2000).

4.4.1 – Análises microbiológicas de microrganismos mesófilos aeróbios

O swab utilizado foi de algodão com 0,5 cm de diâmetro por 2,0 cm de comprimento em uma haste de 12 cm de comprimento, esterilizada a 121°C por 15 minutos. Para remoção dos microrganismos da superfície, o swab foi umedecido em 10 mL de solução salina (0,1% de NaCl) com solução neutralizante de tiosulfato de sódio 0,25%, devidamente esterilizada a 121°C por 15 minutos, contida em tubo de ensaio. O excesso foi removido, pressionando-se o swab na parede interna do tubo de ensaio, friccionando-o, formando um ângulo de 30° com a superfície, por duas vezes no sentido de vai-e-vem em duas diagonais, numa área de 100 cm² (10 cm x 10 cm).

O swab foi colocado no tubo de ensaio contendo a solução neutralizante e transportado para o laboratório sob refrigeração para as análises de mesófilos aeróbios. As análises foram feitas imediatamente após cada coleta em diluições adequadas, das quais alíquotas de 0,1 mL e 1,0 mL da solução foram plaqueadas em profundidade em PCA e as placas incubadas invertidas a 35°C por 48 horas. Os resultados foram expressos em UFC/cm².

4.4.2 – Análises por ATP-bioluminescência

Para avaliação das superfícies pela técnica de ATP-Bioluminescência, o procedimento para a coleta das amostras foi feito com o kit Clean Test (BIOTRACE, 2000). Após a coleta na superfície, como descrito no item anterior, o swab foi colocado na cubeta entrando em contato com os reagentes. A agitação foi realizada manualmente em forma circular por 20 segundos. O kit foi inserido em local apropriado no luminômetro, obtendo-se leitura em cerca de 10 segundos, devidamente registrada. Os resultados foram expressos em Unidade Relativa de Luz (URL).

A superfície pode ser considerada limpa quando apresenta resultados de até 150 URL (≤ 150 URL), sendo suspeita no intervalo de 151 a 300 URL e suja acima de 300 URL (> 301 URL), quando avaliada pelo equipamento BiotraceXcel (BIOTRACE, 2000).

4.5 – Avaliação do ar dos ambientes de processamento

A importância dessas análises no contexto do trabalho relaciona-se ao uso de substâncias químicas necessárias para a redução da microbiota presente no ambiente de processamento. Ambientes mais contaminados implicam necessidade de uso de detergentes e sanitizantes em concentrações e tempo de contato maiores, significando maior consumo de água e geração de efluentes.

As áreas dos ambientes de produção como recepção, sala de fabricação de manteiga, sala de fabricação de doce de leite, sala de fabricação de queijo, sala de fabricação de iogurte e câmara fria foram analisadas microbiologicamente quanto às bactérias aeróbias mesófilas e fungos filamentosos e leveduras, segundo APHA (Sveum et al, 1992), utilizando o amostrador de ar MAS-100 da Merck, de um estágio. Esse amostrador succiona 100 litros de ar por minuto e imprime as partículas acima de 1 μm através de orifícios em meio de cultura (sieve samplers) (MERCK, 2001ab).

Durante os procedimentos de coleta de amostra de ar, a tampa do amostrador (pré-autoclavada a 121°C por 15 minutos) foi repetidamente sanitizada, usando algodão com álcool etílico 70%, após cada amostragem.

Três repetições foram realizadas em cada ambiente avaliado. As análises ocorreram em duplicata para cada repetição. Em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DTA e incubadas à temperatura de 25°C (fungos e leveduras) e a 35°C (mesófilos aeróbios).

4.6 – Planejamento de programa educativo e treinamento

Com base nos dados levantados e nas observações anotadas foi preparada uma proposta para implantação de um programa educativo e de treinamento para os colaboradores do laticínio abordando assuntos como prevenção da poluição, redução de consumo de água e padronização dos procedimentos de higienização.

Fazem parte do planejamento estratégias de campanha, preparação de palestras, cartazes e cartilha. O material foi preparado tendo em mente sua utilização em outras micros e pequenas indústrias de laticínios e não apenas neste laticínio estudado.

Os cartazes, a palestra e a cartilha foram elaborados com linguagem simples, clara e com ilustrações relacionadas ao assunto abordado.

4.7 – Análises dos resultados

O consumo de água e geração de efluentes e a quantificação de perdas de embalagem foram analisados descritivamente.

Para a avaliação dos procedimentos de higienização, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 11 superfícies de equipamentos avaliadas. Três repetições foram realizadas, uma repetição por semana, na determinação de aeróbios mesófilos e de unidade relativa de luz para cada superfície. As análises ocorreram em duplicata para cada repetição. Os resultados foram analisados pela análise de variância dos logaritmos decimais das Unidades Formadoras de Colônias por cm^2 ($\text{UFC}\cdot\text{cm}^{-2}$) e dos logaritmos decimais de Unidade Relativa de Luz (URL). As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Para a avaliação do ar dos ambientes de processamento, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis ambientes avaliados. Três repetições foram realizadas, uma repetição por semana, na determinação de cada microrganismo pesquisado para cada ambiente. As análises ocorreram em duplicata para cada repetição. Os dados foram analisados por meio da análise de variância dos logaritmos decimais das Unidades Formadoras de Colônias por m^3 ($\text{UFC}\cdot\text{m}^{-3}$). As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando procedimentos do programa SAS - Statistical Analysis System, versão 9.1, licenciado para a UFV/2006.

5.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Consumo de água e geração em efluentes

As Figuras 1 e 2 apresentam as médias diárias de consumo total de água no laticínio e do volume de leite processado e dos coeficientes médios de consumo, respectivamente, no período de setembro de 2006 a janeiro de 2007.

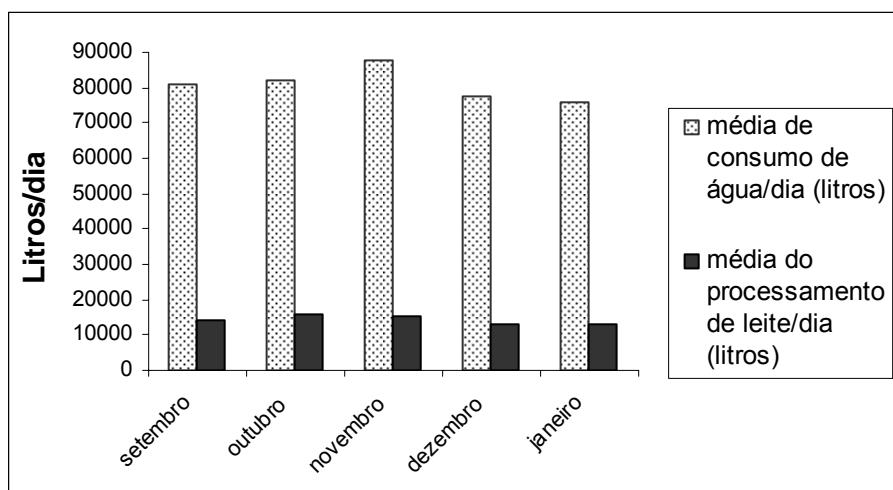


Figura 1 - Média do consumo diário de água total e do volume de leite processado, em litros, no período de setembro de 2006 a janeiro de 2007

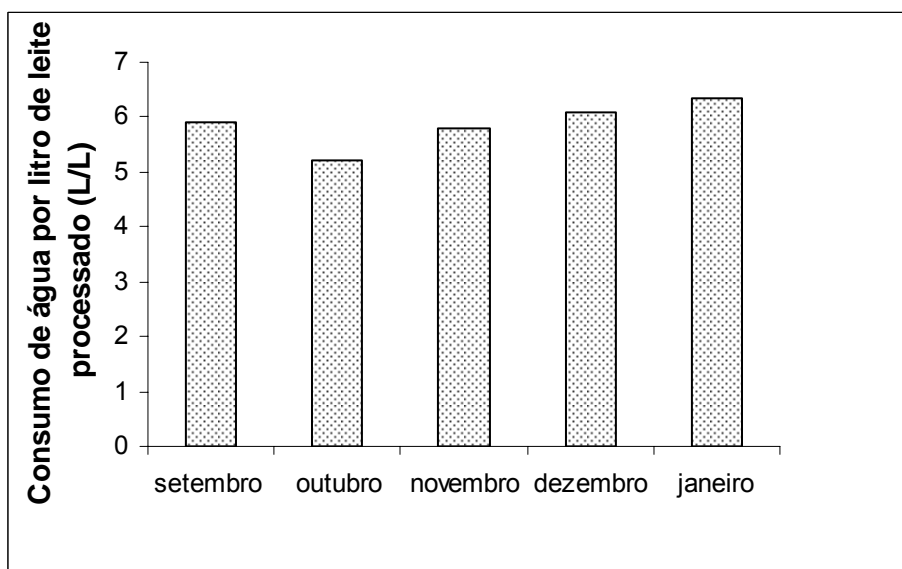


Figura 2 - Consumo de água por litro de leite processado (L/L) no período de setembro de 2006 a janeiro de 2007.

A média do consumo diário de água medida durante o período de setembro de 2006 a janeiro de 2007 foi de 81.260 litros e a média do volume de leite processado de 14.329 litros, resultando em um coeficiente médio de consumo de 5,67. O coeficiente de

consumo está muito acima dos valores encontrados na literatura. Segundo levantamento realizado por Machado et al. (2002), para indústrias com capacidade de recebimento e processamento entre 10.000 L e 20.000 L de leite/dia, os coeficientes de consumo de água variaram entre 3,0 e 4,5.

Silva (2006) encontrou um coeficiente de consumo de 6,06 na mesma indústria de laticínios, índice superior ao encontrado neste trabalho.

Pelas observações feitas durante as visitas periódicas à empresa estudada e pela análise dos pontos críticos identificados por Silva (2006), conclui-se que o desperdício de água (Figura 3) e a falta de padronização dos procedimentos de higienização são pontos críticos em todas as linhas de processamento. Isto é um reflexo direto da falta de treinamento e conscientização dos colaboradores no que se refere às boas práticas ambientais. Segundo Machado et al. (2002), esse comportamento é comum em pequenas e médias empresas do setor de laticínios.



Figura 3 - Desperdício de água com mangueira aberta sem uso.

No Quadro 1 estão apresentados os dados de caracterização de alguns efluentes gerados no laticínio em relação à carga orgânica gerada e ao volume. Analisando os dados, pode-se observar que o soro proveniente do processamento do queijo minas frescal, da mussarela e do requeijão, além do leite, apresenta elevado potencial poluidor, justificando a necessidade de não descartá-lo junto com os demais efluentes da fábrica.

Dados da literatura confirmam esse elevado potencial poluidor do soro. Machado et al. (2002) relatam valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO) do soro em 75.000 mg O₂/L. Segundo Porto et al (2005), o soro do queijo apresenta potencial poluidor,

aproximadamente, 100 vezes maior que o do esgoto doméstico. Segundo Andrade e Martins (2002), o soro de queijo possui uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 30.000 e 60.000 mg de O₂/L, dependendo do processo utilizado na elaboração do queijo. Andrade e Martins (2002) afirmam que, em média, cada tonelada de soro não tratado despejado por dia no sistema de tratamento de esgoto equivale à poluição diária causada por cerca de 470 pessoas.

Quadro 1 - Características de alguns efluentes gerados no laticínio estudado.

	Volume (litros)	DQO (mg/L)*	Kg DQO/litro de leite processado
Soro 1 (mussarela)	1080	75279	81,3/2000
Soro 2 (mussarela)	1062	68445	72,7/2000
Soro (requeijão)	1500	63423	95,1/2000
1º lavagem (requeijão)	1570	17256	27,1/2000
2º lavagem (requeijão)	1300	493	0,64/2000
Soro (minas frescal)	185	56771	10,5/240
Leitelho	140	73623	10,3/300

* Fonte: Pereira et al (2006).

5.2 - Quantificação de perdas de embalagem

No Quadro 2 encontram-se a porcentagem de embalagem perdida/linha/dia em unidade, a média diária de embalagem perdida (grama), o coeficiente de perda diário (g de embalagem / litro de leite processado) e o material constituinte de cada embalagem.

Quadro 2 - Valores médios de cinco repetições da porcentagem de perda de embalagem, quantidade de embalagem perdida e do coeficiente de perda na indústria de laticínios estudada.

Embalagens	Percentual de perda por unidade (%)	Perda de embalagens por dia (grama)	Coeficiente (g/L leite)	Material da embalagem
Selo da manteiga	14	108,2	0,36	Alumínio
Selo de requeijão	12	293,2	0,15	Alumínio
Selo do doce de leite	5	79,6	0,05	Alumínio
Embalagem de mussarela	3	44,2	0,01	Polietileno (PEBD)*
Embalagem de leite	2	563	0,11	Polietileno (PEBD)
Embalagem para minas frescal	2	3,324	0,01	Polietileno (PEBD)
Pote para doce de leite	1	173,4	0,12	Polipropileno
Embalagem para iogurte 120g	1	139,2	0,09	Polietileno (PEBD)
Embalagem para iogurte 200g	1	4,4	0,04	Polietileno (PEAD)**
Embalagem para iogurte 1L	1	61,2	0,07	Polietileno (PEAD)

Embalagem para doce de leite 10kg	1	200	0,13	Lata
Embalagem para doce de leite 800g	1	272	0,18	Lata
Pote para requeijão	1	14,5	0,01	Polipropileno
Pote para manteiga	0	0	0	Polipropileno

* PEBD = Polietileno de baixa densidade; **PEAD = Polietileno de alta densidade.

Pode-se verificar pelo Quadro 2 que a embalagem que apresenta o maior percentual de perda por unidade (14%) e o maior coeficiente de perda (0,36 g de embalagem/ litro de leite) é a do selo utilizado para lacrar o pote de manteiga, seguida pelo selo que lacra o pote de requeijão com 13% de perda e coeficiente de 0,15. Não foi observada nenhuma perda do pote utilizado no envasamento da manteiga, visto que este é reaproveitado no caso de má colocação do selo.

Estes resultados sugerem que a indústria deve montar um plano de manutenção e treinamento dos operadores da máquina seladora dos potes de manteiga e requeijão, pois a grande porcentagem de perda de selo se deve ao não funcionamento adequado da máquina. Além disto, as embalagens perdidas devem ser doadas a uma empresa de reciclagem, porque a disposição final incorreta de embalagens plásticas gera impactos negativos ao meio ambiente.

Os polímeros são os materiais que mais aparecem no lixo urbano. Os tipos de plásticos mais encontrados são polietileno, poli(tereftalato de etileno), polipropileno e poli(cloreto de vinila). Sua disposição nos lixões, nas vias públicas e encostas dos morros, causa, além dos óbvios problemas de poluição ambiental, riscos à população ao entupir bueiros e impedir o escoamento das águas pluviais (Pacheco, 2006).

O impacto ambiental do lixo plástico decorre de vários fatores: lenta degradação na natureza, volume acumulado em locais inadequados, negligência ou incapacidade de órgãos municipais na gestão dos resíduos sólidos, lenta implantação no Brasil da cultura da reciclagem, a começar pela coleta seletiva e, finalmente, pela falta de uma legislação adequada que crie deveres e oportunidades para os agentes sociais e econômicos diretamente vinculados ao problema (Brasil, 1999).

5.3 – Verificação do cumprimento das Instruções de Trabalho (IT) relacionadas ao procedimento de higienização

Comparando-se os procedimentos de higienização realizados pelos colaboradores com aqueles descritos nas ITs disponíveis na indústria, foram observadas diferenças

conforme apresentado no Quadro 3. Os demais procedimentos eram realizados de acordo com as ITs correspondentes.

Quadro 3 - Modificações observadas nos procedimentos de higienização e justificativas dos colaboradores para as modificações

Setor	Procedimento descrito no IT	Procedimento realizado	Justificativa da mudança
Doce de leite: tubulações	Ao término do processamento, circular água quente (60 – 70) °C em toda a linha para retirada dos resíduos sólidos de doce de leite e depois circular uma solução de soda cáustica 1% durante 40 minutos em toda a linha, todos os dias após o término da produção.	A circulação de soda cáustica está sendo feita apenas uma vez por semana.	Pouco tempo disponível para a higienização em razão da grande quantidade de doce de leite processado diariamente.
logurte: máquina de envase	Circulação de água em temperatura ambiente para retirada dos resíduos de iogurte, seguida de circulação de solução de soda cáustica 1% na temperatura de 80 °C, durante 20 minutos em toda a linha.	Circulação de água a 80 °C antes da circulação da soda cáustica.	Somente a circulação de água em temperatura ambiente não remove os resíduos de gordura.
logurte: máquina de envase	Circulação de cloro 180 ppm durante 20 minutos uma vez por mês ou quando houver contaminação.	Os colaboradores só circulam o cloro quando há contaminação.	Não informada
Recepção: caminhão tanque	Circulação de uma solução de soda cáustica 1,0 % a 1,5 % na temperatura de 80 °C – 82 °C, durante 30 minutos em dias alternados.	A circulação de soda cáustica passou a ser realizada uma vez por semana.	Pouco tempo disponível para a higienização.
Empacotamento: máquina de envase	Não citava lavagem alcalina com solução de soda cáustica 1%	Circulação de uma solução de soda cáustica 1%, durante 30 minutos.	Diminuir o risco de contaminação do produto
Manteiga: bateadeira	Após a limpeza da máquina, encher a bateadeira com uma solução do cloro (225 mL de cloro para 150 litros de água) e deixar de molho até o dia seguinte.	Essa parte do procedimento de higienização da bateadeira não é mais realizada.	O equipamento é sanitizado antes do uso com água a temperatura de 80 °C.
Queijo: tanques e tachos	Esfregar os equipamentos com esponja e detergente, enxaguar e sanitizar com água na temperatura de 80 °C todos os dias antes de uso.	Essas etapas só são realizadas se os tanques e tachos ficarem sem uso por mais de 2 dias ou se houver alguma contaminação ou alguma atividade de reparo. Nos demais dias, os colaboradores usam somente sanitizante nos equipamentos com água na temperatura de 80 °C.	Não informada

Não foi encontrada na indústria a IT para a higienização da centrífuga padronizadora de leite e, portanto, não foram comparados os procedimentos realizados.

5.4 – Resultados das análises microbiológicas e das análises de ATP-Bioluminescência nas superfícies dos equipamentos

O Quadro 4 apresenta os resultados das análises microbiológicas e das análises de ATP-Bioluminescência nas superfícies dos equipamentos analisados.

Quadro 4 - Média e desvio-padrão da contagem de microorganismos mesófilos aeróbios expressos em UFC·cm⁻² e de Unidade Relativa de Luz nas superfícies dos equipamentos imediatamente após a sanitização.

Equipamentos	Média ± DP	
	UFC·cm ⁻²	URL
Mesa de queijo	1,1 ± 1,5	192 ± 1,5
Tacho de queijo	12,1 ± 14,9	68 ± 14,9
Tanque de iogurte	278,3 ± 311	162 ± 311
Máquina envase de iogurte	29,2 ± 45,3	178 ± 45,3
Batedeira de manteiga	0,2 ± 0,19	52 ± 0,19
Tacho de doce	9,1 ± 6,4	693 ± 6,4
Batedeira de requeijão	3,4 ± 3,0	110 ± 2,8
Máquina envase de leite	34,8 ± 59,5	135 ± 51,5
Tanque de leite	102,7 ± 143	202 ± 126,9
Tubulação	206,9 ± 295	770 ± 617
Caminhão	438,5 ± 632	1510 ± 1005

A legislação brasileira não estabelece limites para a contagem de microorganismos em superfícies de equipamentos para processamento de alimentos.

A Associação Americana de Saúde Pública (APHA) (Sveum et al, 1992) propõe o máximo de 2 UFC/cm² para aeróbios mesófilos em superfície com condições higiênicas para o processamento de alimentos. Andrade et al. (2004) recomendam contagens mais flexíveis, como ≤ 50 UFC/cm², seguindo recomendação de outros órgãos como a Organização Mundial de Saúde (OMS).

De acordo com o manual de acompanhamento do equipamento BiotraceXcel (BIOTRACE, 2000), a superfície pode ser considerada limpa quando apresenta resultados de até 150 URL, sendo suspeita no intervalo de 151 URL a 300 URL e suja acima de 300 URL.

O Quadro 5 apresenta as conclusões obtidas para cada superfície em cada uma das técnicas estudadas e os padrões recomendados.

Verifica-se, pelo Quadro 6, que a técnica da bioluminescência considerou 36% das superfícies em condições higiênicas satisfatórias, quanto ao procedimento de higienização. A contagem microbiana detectou 27% das superfícies em condições higiênicas satisfatórias, considerando a recomendação da APHA e a de 64% da OMS.

Quadro 5 - Conclusões para cada superfície em cada uma das técnicas estudadas.

Equipamento	Análise microbiana (≤ 2 UFC/cm ²)	Análise microbiana (≤ 50 UFC/cm ²)	Técnica da bioluminescência
Tacho de queijo*	NS	S	S
Mesa de queijo	S	S	SU
Máquina envase de iogurte*	NS	S	SU
Tanque de iogurte	NS	NS	SU
Batedeira manteiga*	S	S	S
Batedeira requeijão	S	S	S
Máquina envase de leite*	NS	S	S
Tanque de leite	NS	NS	SU
Tubulação setor doce*	NS	NS	NS
Tacho de doce	NS	S	NS
Caminhão*	NS	NS	NS

* equipamentos em que foram observadas mudanças no procedimento de higienização;
NS = não satisfatório; S = satisfatório; SU = suspeita

Quadro 6 – Porcentagem de superfícies consideradas em condições higiênicas satisfatórias por diferentes recomendações.

	Avaliação microbiológica		ATP-bioluminescência
	APHA	OMS	
Com ou sem modificação na IT	27%	64%	36%
Sem modificação na IT	40%	60%	20%
Com modificação na IT	17%	67%	50%

Estes índices evidenciam o maior rigor das recomendações da APHA em comparação com as recomendações da OMS e com o método de bioluminescência. Incluindo as superfícies consideradas suspeitas pelo método bioluminescência no grupo insatisfatório (Quadro 5), esta técnica pode ser considerada tão rigorosa quanto as recomendações da APHA.

Pelo Quadro 6, pode-se verificar que nos equipamentos em que foram observadas mudanças no procedimento de higienização em comparação com os descritos nas ITs correspondentes, a contagem microbiana detectou 17 % das superfícies em condições higiênicas satisfatórias, considerando a recomendação da APHA e 67% considerando a recomendação da OMS. A técnica da bioluminescência considerou 50% destas superfícies em condições higiênicas satisfatórias. Somente a tubulação do setor de fabricação de doce de leite e o caminhão tanque apresentaram resultados insatisfatórios nas três recomendações analisadas. Os demais equipamentos obtiveram resultados satisfatórios em pelo menos uma recomendação, mostrando que as mudanças observadas no procedimento de higienização destes equipamentos não prejudicaram a eficiência do processo.

Costa (2001) encontrou, para as superfícies dos equipamentos numa indústria de laticínios 100% das superfícies avaliadas pela técnica da bioluminescência, condições

higiênicas insatisfatórias quanto ao processo de higienização, com percentuais superiores aos índices encontrados neste trabalho. Pelo método de contagem padrão em placas, o autor detectou que 50% das superfícies apresentavam condições insatisfatórias, considerando a recomendação da APHA e 28% considerando a recomendação da OMS, índices inferiores àqueles encontrados neste trabalho. Observa-se ainda uma interpretação invertida do rigor das técnicas, quando comparados os índices para superfícies insatisfatórias, encontrados por Costa (2001) e no presente trabalho.

Benevides (2006) encontrou contagens de aeróbios mesófilos superiores aos recomendados pela APHA e pela OMS em 100% das superfícies dos equipamentos utilizados em indústria processadora de polpa e sucos de frutas.

Siqueira Júnior et al. (2004) encontraram resultados satisfatórios para contagens de aeróbios mesófilos, grupo coliformes e *Staphylococcus* coagulase positiva, em relação ao recomendado pela APHA, nas superfícies dos equipamentos utilizados em indústria processadora de carnes. Já para fungos filamentosos e leveduras, 77,7% dos equipamentos apresentaram contagens satisfatórias pela mesma recomendação e apenas 23,3% não se enquadraram nela.

No Quadro 7 encontram-se as análises de variância do \log_{10} dos números de UFC·cm⁻² de aeróbios mesófilos e do \log_{10} dos números de Unidade Relativa de Luz (URL) nas superfícies dos equipamentos analisados. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os equipamentos nas contagens de microrganismos mesófilos aeróbios e nos números de unidade relativa de luz.

Quadro 7 - Resumo da análise de variância dos logaritmos decimais (\log_{10}) da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, expressos em UFC·cm⁻², e dos logaritmos decimais (\log_{10}) de Unidade Relativa de Luz (URL) para ATP total, nas diferentes superfícies analisadas imediatamente após o procedimento de sanitização.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		Microrganismos mesófilos aeróbios	Unidade Relativa de Luz
Equipamentos	10	2,40 *	0,60 *
Resíduo	22	0,68	0,12
C.V.		110,5	15,3

* = F significativo a 5 % de probabilidade

No Quadro 8 encontram-se os valores médios de microrganismos aeróbios mesófilos expressos em \log_{10} do número de UFC·cm⁻² e os valores médios do \log_{10} do

número de unidade relativa de luz (URL) nas superfícies dos equipamentos analisados, respectivamente.

Quadro 8 - Média e desvio -padrão dos logaritmos decimais da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios, expressos em UFC·cm⁻² e dos logaritmos decimais de Unidade Relativa de Luz (URL) para ATP total nas superfícies analisadas imediatamente após o procedimento de sanitização.

Equipamentos	Médias e desvio padrão	
	Log ₁₀ UFC·cm ⁻² ± DP	Log ₁₀ URL ± DP
Tanque de iogurte	2,06 a ± 0,89	2,20 bc ± 0,12
Caminhão	1,93 a ± 0,51	3,10 a ± 0,28
Tanque de leite pasteurizado	1,37 ab ± 1,19	2,22 bc ± 0,38
Tubulação do setor de doce de leite	0,99 abc ± 0,36	2,75 ab ± 0,29
Máquina de envase de iogurte	0,96 abc ± 0,83	2,14 bc ± 0,38
Tacho de doce de leite	0,83 abc ± 0,48	2,75 ab ± 0,40
Tacho de queijo	0,75 abc ± 0,74	1,75 c ± 0,36
Máquina de envase de leite pasteurizado	0,47 abcd ± 1,34	1,84 c ± 0,68
Batedeira de requeijão	0,13 bcd ± 0,98	2,00 c ± 0,22
Mesa de descanso da massa de queijo	-0,36 cd ± 0,70	2,26 bc ± 0,18
Batedeira de manteiga	-0,90 d ± 0,46	1,72 c ± 0,03

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Observa-se que as superfícies do tanque de iogurte e do caminhão tanque apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan, no número de microrganismos quando comparadas às superfícies da batedeira de requeijão, da mesa do setor de queijo e da batedeira de manteiga (Quadro 8).

A superfície do caminhão tanque apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan, na quantidade de ATP quando comparada com as superfícies da batedeira de manteiga, do tacho de queijo, da máquina de envase de leite pasteurizado, da batedeira de requeijão, da máquina de envase de iogurte, do tanque de iogurte, do tanque de leite pasteurizado e da mesa do setor de queijo (Quadro 8).

Os resultados do Quadro 8 mostram que não há uma relação direta entre URL e UFC·cm⁻², pois a técnica de ATP-bioluminescência determina a quantidade de ATP presente sobre a superfície, sendo este de origem microbiana ou não, como por exemplo, o ATP das células somáticas presentes no leite. A técnica de ATP-bioluminescência pode ser usada como indicadora das condições higiênicas associadas às quantidades de matéria orgânica nas superfícies. Esta informação é importante, pois a presença de resíduo nas superfícies pode originar processos de adesão microbiana e formação de biofilmes (Zottola, 1997).

De acordo com os resultados observados e as informações da literatura, é possível classificar como satisfatórios os procedimentos de higienização dos

equipamentos. Não se enquadram nesta classificação a higienização do caminhão tanque e as tubulações do setor de doce de leite. Para estes é indispensável um estudo de redefinição das Instruções de Trabalho. Para os demais equipamentos, considerando os resultados obtidos, sugere-se uma nova avaliação das Instruções de Trabalho, considerando questões ambientais, como o consumo de água, geração de resíduos e os tipos e concentrações dos produtos utilizados.

5.4.1 – Estudo de Caso: Caminhão tanque e Tubulação do setor de doce de leite

As contagens microbianas realizadas no caminhão tanque de transporte de leite granelizado e na tubulação do setor de doce de leite variaram muito nos diferentes dias de coleta, apresentando resultados satisfatórios e insatisfatórios, resultando numa média final insatisfatória, segundo a recomendação da OMS (Quadros 9 e 11), mostrando que os procedimentos de higienização não estão padronizados. Para a técnica da bioluminescência, os resultados de todas as coletas foram insatisfatórios (>300 URL) para as superfícies destes dois equipamentos (Quadros 10 e 12).

Quadro 9 - Média e desvio-padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios expressos em UFC·cm⁻² na superfície interna do caminhão tanque após a higienização.

Semanas	seg	ter	quar	Sex	sab	Media ± DP
1	72	135,5	76 *	8,5	-	73,0 ± 52
2	40	81	17,5	225,5	5,8	74,0 ± 89
3	4127,5	760	735	8,3 *	212,5	1169 ± 1686
Média ± DP total						438,7 ± 632

* circulou Hidróxido de Sódio (NaOH) 1% antes da coleta.

seg = segunda-feira; ter = terça-feira; quar = quarta-feira; sex = sexta-feira; sab = sábado.

Quadro 10 - Média e desvio-padrão do número de Unidade Relativa de Luz (URL) na superfície interna do caminhão tanque após a higienização.

Semanas	Repetições			Media ± DP
1	722,5	602 *	961	761,8 ± 183
2	1085	631,5 *	1627	1114,5 ± 498
3	3166,5	2755	2037,5	2653 ± 571
Média ± DP total				1509,8 ± 1006

* circulou Hidróxido de Sódio (NaOH) 1% antes da coleta.

Quadro 11 – Média e desvio-padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios expressos em UFC·cm⁻² na superfície da tubulação que transporta doce de leite para a máquina de envase imediatamente após a sanitização.

Semanas	seg	ter	quar	Quin	sex	Media ± DP
1	6,4 *	1,3	60,5	-	205	68,3 ± 95
2	20	2700	4,0	4,2	0,65 *	545,8 ± 1204
3	-	5,1	10,4	11,2	0,35 *	6,8 ± 5
Média ± DP total						207 ± 295

* circulou Hidróxido de Sódio (NaOH) 1% antes da coleta.

seg = segunda-feira; ter = terça-feira; quar = quarta-feira; quin = quinta-feira; sex = sexta-feira; sab = sábado.

Quadro 12 – Média e desvio-padrão do número de Unidade Relativa de Luz (URL) na superfície da tubulação que transporta doce de leite para a máquina de envase imediatamente após a sanitização.

Semanas	Repetições			Media ± DP
1	500 *	1362	2587	1483 ± 1049
2	653	163,5 *	349,5	388,7 ± 247
3	492,5	368 *	462	440,8 ± 65
Média ± DP total				770,8 ± 617

* circulou Hidróxido de Sódio (NaOH) 1% antes da coleta.

Uma hipótese para que os resultados das duas análises realizadas nas superfícies destes equipamentos tenham sido insatisfatórios é o fato de os colaboradores terem modificado a instrução de trabalho passando a lavagem alcalina de dias alternados para uma vez por semana no caminhão tanque e de diariamente para uma vez por semana na tubulação. A falta de padronização dos procedimentos de higienização também pode ser uma hipótese para a obtenção desses resultados.

5.5 - Avaliação dos ambientes de processamento

O ar que entra em contato com os alimentos durante as etapas de processamento pode se tornar veículo de contaminação de microrganismos patogênicos, comprometendo a segurança alimentar.

O Quadro 13 mostra as médias e os desvios-padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras expressos em UFC·m⁻³, presentes no ar de seis ambientes de processamento da indústria de laticínios na qual a pesquisa se ambientou, avaliados pela técnica de impressão em agar, utilizando o aparelho MAS-100 da *Merck*.

Quadro 13 – Média e desvio-padrão da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras expressos em UFC·m⁻³ no ar dos ambientes de processamento.

Equipamentos	Média ± DP	
	Microrganismos mesófilos aeróbios	Fungos filamentosos e leveduras
Sala de queijo	576,8 ± 889	131,5 ± 29
Sala de iogurte	18 ± 10	130,2 ± 49
Sala de manteiga	106,5 ± 31	76,7 ± 27
Sala de doce de leite	16,1 ± 23	91,1 ± 72
Recepção	16,5 ± 12	109,8 ± 101
Câmara fria	20,5 ± 10	65,7 ± 27

Os resultados da determinação de microrganismos mesófilos aeróbios foram comparados com a recomendação da APHA (Sveum et al. 1992), para contagem total em placas (≤ 90 UFC·m⁻³). Não havendo recomendação específica da APHA para o número máximo sugerido de fungos filamentosos e leveduras, tomou-se como base para comparação o mesmo valor recomendado para mesófilos aeróbios. Verifica-se pelos Quadros 15 e 16 que 33% dos ambientes analisados obtiveram contagens para aeróbios mesófilos acima de 90 UFC·m⁻³ e 67% obtiveram contagens para fungos filamentosos e leveduras acima deste valor, evidenciando uma maior presença de fungos e leveduras no ar dos ambientes de processamento.

Segundo Salustiano (2002), recomendações menos exigentes para ambientes de processamento na indústria de laticínios são encontradas na literatura: 180 a 360 UFC·m⁻³ para microrganismos aeróbios mesófilos e de 70 a 430 UFC·m⁻³ para fungos filamentosos e leveduras, dependendo do ambiente de processamento. A mesma autora, estudando a qualidade do ar das áreas de processamento em uma indústria de laticínios, obteve resultados para microrganismos aeróbios mesófilos de 10 a 920 UFC·m⁻³ e para fungos filamentosos e leveduras, de 60 a 1310 UFC·m⁻³.

Quatro dos seis ambientes de processamento avaliados pela técnica de impressão em ágar apresentaram maiores porcentagens de fungos filamentosos e leveduras, à exceção das salas de processamento de queijos e de manteiga. Os dados obtidos em literatura são contraditórios quanto à maior ocorrência de um ou outro grupo microbiano. Por exemplo, em trabalho de revisão, obteve-se a informação da menor ocorrência de fungos filamentosos em relação a outros grupos microbianos em 10 indústrias de processamento de leite pasteurizado (Salustiano, 2002). Na mesma revisão, há informações sobre uma maior ocorrência de fungos filamentosos no ar de ambientes

da indústria de laticínios, de forma que o número de fungos filamentosos e leveduras variou de 10 a 110.000 UFC·m⁻³, e o de microrganismos mesófilos aeróbios, de 60 a 11.000 UFC·m⁻³ de ar.

As contagens elevadas de microrganismos nos ambientes de processamento podem ser explicadas pela presença de aerossóis nos ambientes onde se encontram, principalmente, esporos de bactérias, fungos filamentosos e leveduras (Hayes, 1995). Ainda de acordo com o mesmo autor, um sistema de ventilação eficiente pode auxiliar na redução da microbiota contaminante do ambiente, contribuindo para o controle da qualidade microbiológica, da temperatura e da umidade relativa do ar do ambiente.

Muitos pesquisadores reconhecem como fontes de aerossóis, nas áreas de processamento de produtos lácteos, a atividade de pessoal, os sistemas de ventilação, a comunicação entre salas distintas, o leite derramado no piso e os sistemas de transporte de água, principalmente quando usada sob pressão (KANG e FRANK, 1990).

Segundo Benevides (2006), para atender a legislação em vigor (BRASIL, 2001) e não colocar em risco a saúde dos consumidores com a veiculação de microrganismos patogênicos, devem-se controlar a contaminação, a multiplicação e a sobrevivência dos microrganismos nos diversos ambientes da fábrica, nos equipamentos e manipuladores, contribuindo dessa forma para a obtenção de alimentos seguros, com boa qualidade microbiológica.

A redução na contaminação deve ser enfatizada através de reforço nos treinamentos dados aos colaboradores quanto aos aspectos de higienização nos ambientes da fábrica, contudo, é conveniente ressaltar que o controle deve ser constante a fim de atingir a menor contaminação possível (Benevides, 2006).

A Figura 4 ilustra o crescimento de microrganismos aeróbios mesófilos em placas de Petri incubadas com amostras retiradas do ar do ambiente da sala de processamento de manteiga (A) e da sala de processamento de queijo (B). A Figura 5 ilustra o crescimento de fungos filamentosos e leveduras em placas de Petri incubadas com amostras retiradas do ar do ambiente da sala de processamento de manteiga (A) e da recepção (B).

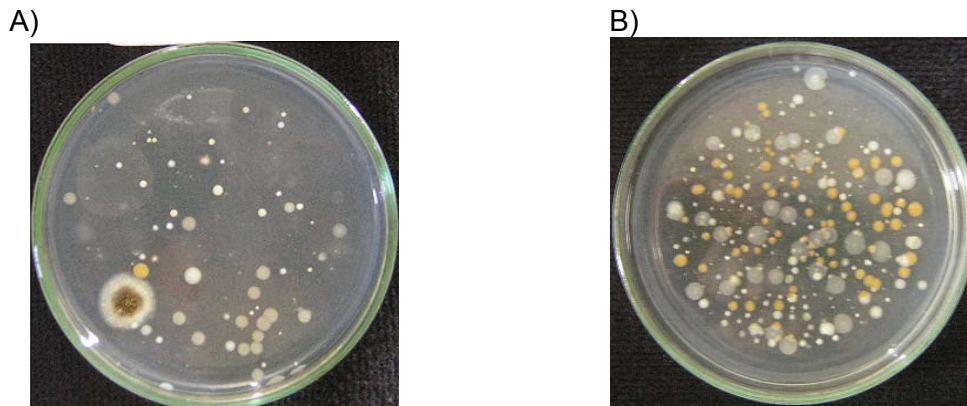


Figura 4 - Placas de microrganismos aeróbios mesófilos na sala de processamento de manteiga (A) e de processamento de queijo (B).

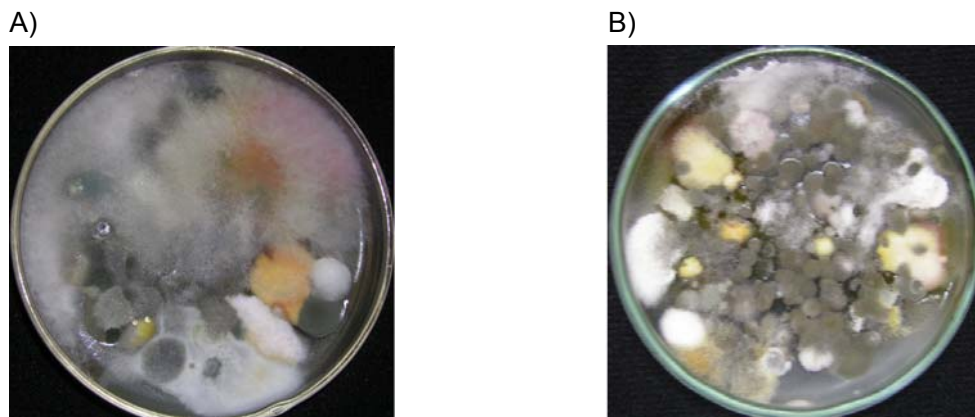


Figura 5 - Placas de fungos filamentosos e leveduras na sala de processamento de manteiga (A) e na recepção (B).

No Quadro 14 encontram-se os resumos das análises de variância do \log_{10} da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e de fungos filamentosos e leveduras expressos em $\text{UFC}\cdot\text{m}^{-3}$ nos ambientes de processamento. No Quadro 15 encontram-se os valores médios e os desvios-padrão do \log_{10} da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras expressos em $\text{UFC}\cdot\text{m}^{-3}$ no ar de ambientes de processamento. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os ambientes nas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os ambientes nas contagens de fungos filamentosos e leveduras.

Quadro 14 - Resumo da análise de variância dos logaritmos decimais (\log_{10}) da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras expressa em $\text{UFC}\cdot\text{m}^{-3}$ no ar de ambientes de processamento de uma indústria de laticínio.

Quadrados Médios			
F.V.	G.L.	Microrganismos Mesófilos Aeróbios	Fungos Filamentosos e Leveduras
Ambientes	5	0,78 *	0,05 ^{ns}
Resíduo	12	0,23	0,06
C.V.		32,63	12,95

* = F significativo a 5 % de probabilidade

ns = F não significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 15 – Média e desvio-padrão dos logaritmos decimais da contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras expressos em $\text{UFC}\cdot\text{m}^{-3}$ no ar de ambientes de processamento da indústria de laticínio estudada.

Ambientes	Média \pm DP	
	Microrganismos mesófilos aeróbios	Fungos filamentosos e leveduras
Sala de fabricação de queijos	2,22 a \pm 0,90	2,11 a \pm 0,10
Sala de fabricação de manteiga	2,02 ab \pm 0,12	1,87 a \pm 0,15
Câmara fria	1,28 bc \pm 0,20	1,79 a \pm 0,21
Sala de fabricação de iogurte	1,21 bc \pm 0,23	2,09 a \pm 0,15
Recepção	1,12 c \pm 0,39	1,92 a \pm 0,39
Sala de fabricação de doce de leite	1,01 c \pm 0,57	1,91 a \pm 0,36

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste de Duncan.

O ar do ambiente da sala de fabricação de queijos não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p \geq 0,05$), pelo teste de Duncan, no número de microrganismos mesófilos aeróbios, quando comparado ao ar do ambiente da sala de processamento de manteiga. Por outro lado, o ar do ambiente da sala de fabricação de queijos apresentou diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$), pelo teste de Duncan, no número de microrganismos mesófilos aeróbios, quando comparado ao ar dos demais ambientes analisados (Quadro 15).

O ar do ambiente da sala de fabricação de queijos não apresentou diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade ($p \geq 0,05$), pelo teste de Duncan, no número de fungos filamentosos e leveduras, quando comparado ao ar dos demais ambientes avaliados (Quadro 15).

5.6 – Medidas para a redução de consumo de água e de geração de efluentes

5.6.1 – Planejamento de um programa de gerenciamento ambiental

Como recomendação para um programa de gerenciamento ambiental propõem-se:

1. Comprometimento da direção da empresa. Esse comprometimento contribui de forma significativa para o envolvimento dos colaboradores, gerando o entusiasmo necessário para o desenvolvimento do programa;
2. Definição de uma equipe formada por pessoas de diferentes setores da empresa;
3. Estabelecimento de prioridades, objetivos e metas;
4. Implantação de medidas preventivas e/ou corretivas que podem constituir em alteração no “layout” da fábrica, programa de manutenção preventiva de equipamentos, melhoria e padronização das práticas operacionais e de higienização, mudanças de processo, reúso, reciclagem, substituição ou alteração nos equipamentos e treinamento de seus operadores. No caso do laticínio estudado, recomenda-se a implantação de todas as medidas e alterações propostas no item 4.6.2.;
5. Implantação de um programa educativo e de treinamento para todos os colaboradores, proposta no item 4.6.3.;
6. Avaliação do programa. Verificação periódica dos benefícios e ganhos dos pontos de vista ambiental e econômico advindos da implantação do programa de gerenciamento; e
7. Manutenção do programa. A chave para manutenção do programa de gerenciamento é a conscientização e a participação dos colaboradores em todos os níveis incluindo a direção da empresa.

5.6.2 - Ações de engenharia

Com o objetivo de reduzir o consumo de água e a geração de efluentes no laticínio, ações de engenharia simples e de baixo custo podem ser aplicadas para a correção de conduta. São elas:

1. Colocação de controle (abre/fecha) na ponta de duas mangueiras: um na mangueira do setor de empacotamento de leite e outro na mangueira do setor de doce de leite visto que essas mangueiras não têm vapor acoplado.
2. Colocação em lugar apropriado de novo registro e mangueira com vapor na entrada do setor de iogurte, pois a única mangueira do setor foi colocada atrás da máquina de envase, dificultando seu fechamento pelos colaboradores.

3. Aproveitamento, com retorno para a caldeira, do condensado dos tachos da linha de processamento do doce de leite. Economia estimada de 4.960 L de água por dia. A linha já está pronta, faltando apenas a aquisição de uma bomba apropriada para trabalhar com altas temperaturas.
4. Reutilização da água de resfriamento do doce de leite. Esta adaptação poderá permitir uma economia de 9.060 L de água por dia para 2400 kg de doce de leite produzidos. Recomenda-se a construção de dois depósitos de água, um ao nível do solo para receber a água proveniente dos tachos e outro elevado, com a água retornando por gravidade para o resfriamento dos tachos (Figura 6). O ciclo de utilização/liberação de água é de aproximadamente 2500 L a cada 30 minutos, repetindo-se de 3 em 3 horas. Uma bomba elevará a água de um depósito para o outro.
5. Utilização de água do banco de gelo para resfriar o leite utilizado na fabricação de queijo minas frescal ou reaproveitamento da água de resfriamento. Para esta segunda opção, a economia é de 934 L de água para cada 240 L de leite processado.
6. Conserto do piso do setor de fabricação de queijos, pois devido às rachaduras e à falta de rejuntamento, restos de massa ficam aderidos nas imperfeições, consumindo mais água na lavagem do chão.
7. Coleta e aproveitamento do soro de queijo e do leiteiro produzido no processamento da manteiga. Estes produtos poderiam ser recolhidos e bombeados para um tanque na plataforma de recepção. Este recolhimento poderá ser em tanques móveis ou através de tubulações especialmente instaladas que levem o soro e o leiteiro para o tanque. Este produto poderá ser utilizado na alimentação animal ou comercializado.

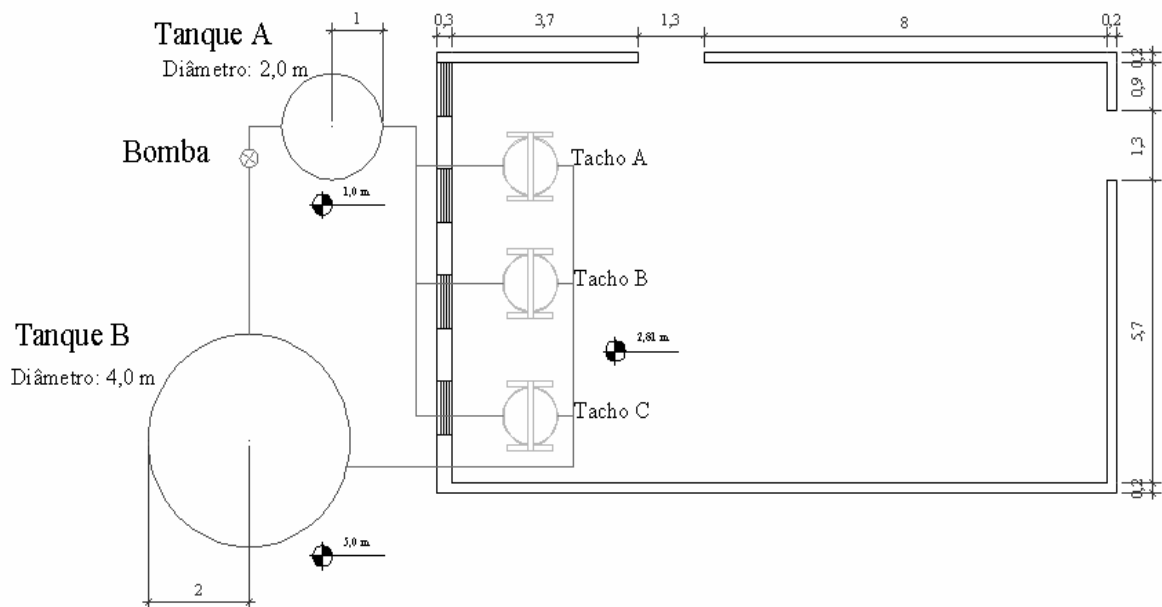


Figura 6 – Modificação na linha de processamento de doce de leite para recircular a água de resfriamento.

De acordo com dados levantados no laticínio, neste trabalho e no trabalho realizado por Silva (2006), as medidas referentes aos itens 1 e 2, combinadas com medidas de conscientização dos colaboradores, poderão reduzir o consumo diário de água em até 2155 L/dia no setor de doce de leite e de 3238,6 L/dia no setor de iogurte.

As medidas mencionadas e os números apresentados evidenciam o grande potencial de redução do consumo de água e da geração de efluentes, assim como da carga poluidora, apenas com a implementação de ações preventivas.

Se forem somadas as quantidades de água descartadas no processo de resfriamento do doce de leite (9060 litros), no resfriamento do leite durante o processamento do queijo minas frescal (934 litros), com mangueiras abertas indevidamente no setor de doce de leite (2155 litros) e no setor de iogurte (3238 litros), constata-se que é possível reduzir em 15387 litros por dia o consumo de água no laticínio estudado, correspondendo a uma redução de 19% no consumo diário total.

Com esta redução, o coeficiente de consumo passa de 5,67 para 4,6 litros de água / litro de leite processado. Segundo levantamento feito por Machado et al. (2002) para indústrias com capacidade de recebimento e processamento entre 10.000 e 20.000 L de leite/dia, os coeficientes de consumo de água variaram entre 3,0 a 4,5. A Alfa Laval / Tetra Pack (1995) cita que em plantas com controle rígido do consumo de água o coeficiente de consumo pode atingir valores próximos a 1,0.

De acordo com o Quadro 1, a não inclusão no efluente do soro gerado no processamento de 2.000 litros de leite usados na fabricação da mussarela representa uma redução de 154 kg de DQO; do soro gerado no processamento de 2.000 litros de leite usados na fabricação de requeijão representa um redução de 122,84 kg de DQO; e do soro gerado no processamento de 240 litros de leite usados na fabricação do queijo tipo minas frescal representa uma redução de 10,5 kg de DQO. Considerando um processamento semanal médio de 12000 litros de leite para mussarela, 240 litros de leite para queijo tipo minas frescal e 2000 litros de leite para requeijão, o não descarte do soro junto com os demais efluentes da fábrica representaria uma redução de 1.067 kg de DQO·semana⁻¹. Silva (2006) e Pereira et al (2006) relataram que a carga orgânica média do efluente global da mesma indústria de laticínios estudada neste trabalho é de 3.567 mg de O₂/L e considerando que o volume diário médio de efluente gerado é igual ao consumo diário médio de água (81.260 litros), tem-se que a carga orgânica média do efluente global nesta indústria é de 1.449 kg DQO·semana⁻¹.

Em função do alto valor nutricional das proteínas presentes no soro de queijo e suas capacidades funcionais (solubilidade, estabilidade, formação de espuma, retenção de ar, emulsificação, retenção de água e formação de gel) é aconselhável o emprego de todas as alternativas viáveis para seu aproveitamento (Oliveira, 2006), contribuindo de maneira considerável com a redução do volume e da carga orgânica do efluente gerado por um laticínio.

Segundo Oliveira (2006), a elaboração de bebidas lácteas com a utilização de soro do queijo como ingrediente é uma importante forma de utilizar um subproduto da indústria de laticínio que apresenta elevado valor nutricional e grande potencial poluidor a um baixo custo, pois a elaboração de bebida láctea com soro líquido envolve equipamentos e acessórios comuns, encontrados na maioria dos laticínios.

Outra alternativa viável para o aproveitamento do soro é a produção de ricota. Pela acidificação do soro, sob aquecimento, pode-se obter a precipitação de grande parte de suas proteínas e produzir a ricota. Porém, segundo Porto, Santos e Miranda (2005), a retirada das proteínas não exerce grande influência na redução do efeito poluidor do soro. Este constituinte permanece inalterado com a precipitação das proteínas por causa do alto teor de lactose, tornando necessária a utilização de um método adicional para sua retirada.

Também Ues et al. (2006) concluíram que, no soro resultante do processo de fabricação de ricota, o teor de lactose permaneceu praticamente inalterado, diminuindo de 4,5% para 4,0% e a DQO de 94.198 mg/L para 61.517 mg/L, redução em 35% na DQO do soro.

Segundo Oliveira (2006), a DBO_5 da lactose é de 35-45 mg/L de soro. Tratando-se de um açúcar fermentescível, a lactose poderia ser removida por bioprocessamento como ocorre com efluentes de outras indústrias alimentícias (Beux et al. 2003).

5.6.3 - Planejamento de programa educativo e treinamento

Com o objetivo de reduzir o consumo de água e a geração de efluentes no laticínio, também foi elaborado um programa educativo direcionado aos colaboradores baseado na elaboração de cartazes, cartilha e palestra, visto que, durante as visitas periódicas ao laticínio, pôde-se observar que os colaboradores não estão conscientes da importância de economizar água e gerar menos efluente, talvez pelo fato de nunca ter sido treinados quanto a esses fatos.

A Figura 7 ilustra alguns exemplos de cartazes e a Figura 8 ilustra um exemplo de uma cartilha sobre a importância de se economizar água.

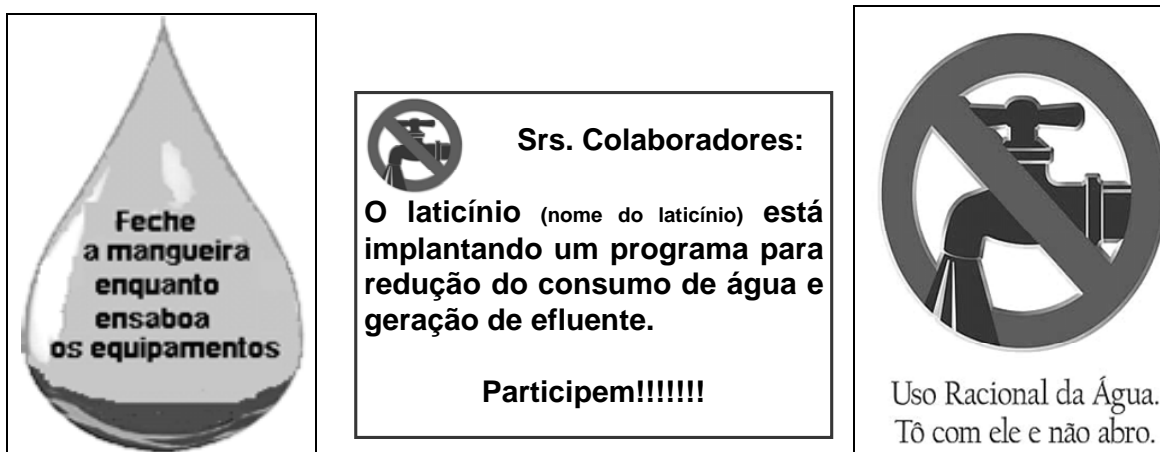
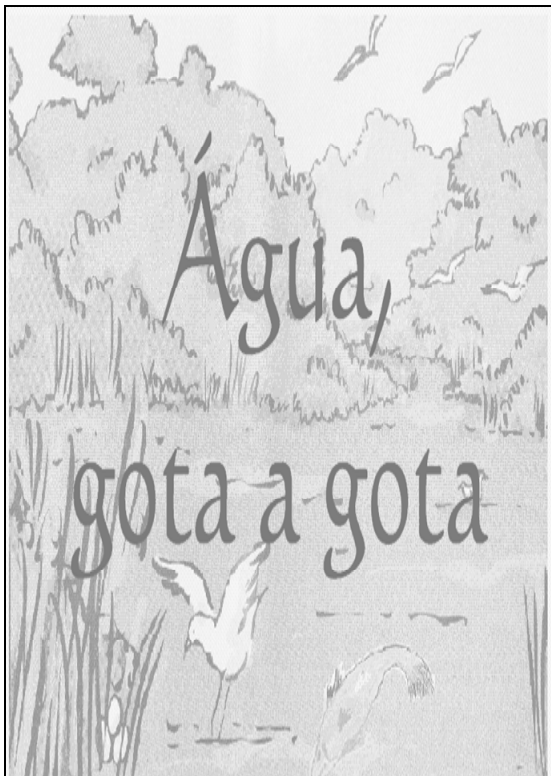




Figura 7 – Exemplos de cartazes.




LATÍCINIO VIÇOSA – FUNARBE


UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
 DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

*Coordenadora: Vanessa Cristina de Castro; Pesquisa e texto: Vanessa Cristina de Castro¹, Júnia Capua de Lima², Camila Guimarães², Júlia Zamboni² e Daniel².
 Orientador: Frederico José Vieira Passos³*

1- Estudante de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos – DTA/UFV
 2 – Estudante de Graduação em Engenharia de Alimentos – DTA/UFV
 3 – Professor Adjunto de Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA/UFV

Viçosa, Novembro /2006

Apresentação

Em nosso organismo, no alimento que nos nutre, no ar que nos envolve ou no solo que pisamos, em tudo existe água. E se a Terra é o Planeta Água; e se a água é a fonte da vida; e se a sede mata mais depressa do que a fome, o que falar mais sobre um bem tão vital?

Simple, constante e abundante, ou forte, cristalina e primordial, a água é um tema apaixonante. Aqui, você encontrará algumas gotas de informação sobre esse recurso natural. Beba. Beba desta e de muitas outras fontes.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente
- 2003 -

Água, qual é a questão?

A água é uma riqueza natural indispensável à vida na Terra, porém, é um bem finito e permanecerá sempre com a mesma quantidade.


A superfície do nosso planeta é ocupada por água em 70% de sua extensão, sendo que 97,5% encontra-se nos oceanos e é salgada. A água doce corresponde por apenas 2,5% do total, sendo que mais da metade forma as geleiras, não podendo ser aproveitada. Assim, resta apenas 0,5% em condições de uso imediato (lagos, lagoas e rios) ou seja, apenas 5 litros de cada 1000 litros. Parece pouco, mas tem sido suficiente para manter a vida e as diferentes atividades humanas.

Está presente no solo, no ar e nos seres vivos, constituindo aproximadamente 70% do corpo humano.

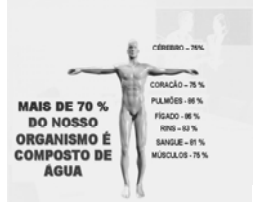
Então qual é o problema?


O problema está em manter a qualidade da água e assim garantir a ocorrência dos processos naturais que dependem dela.

Se devido à poluição ela perder suas principais características ou adquirir substâncias prejudiciais à saúde, a qualidade fica comprometida, mesmo que a sua quantidade não se altere.



GEOGRAFIA GERAL E DO BRASIL - PARATODOS





Qual a solução para esse problema?

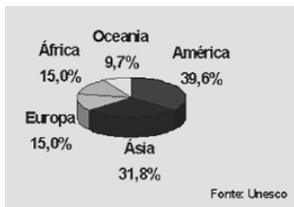
É preciso proteger as fontes de água potável nas suas nascentes e durante o seu percurso. Os rios podem "morrer" devido ao lançamento de esgoto e lixo nas suas águas e pelo desmatamento da **mata ciliar** que provoca o desbarrancamento das suas margens.

Preserve as fontes de água! Precisamos de água de boa qualidade para agricultura, indústria e lazer!



Mata ciliar é a floresta que cresce nas áreas que ladeiam o rio e que protege suas margens.

A SITUAÇÃO DA ÁGUA NO MUNDO



Distribuição da água doce superficial no Mundo

- Atualmente, 40% da população mundial enfrentam escassez de água para beber.
- Onze países da África e nove do Oriente Médio já não têm água. A situação também é crítica no México, Hungria, Índia, China, Tailândia e Estados Unidos.
- Um em cada cinco habitantes do planeta não tem acesso a água potável, o que corresponde a 1,1 bilhões de pessoas.
- As principais causas da falta de água são em função da falta de treinamento e conscientização dos usuários, má gestão dos recursos, corrupção, falta de novos investimentos em infra-estruturas e não devido à escassez.

A SITUAÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL

- O Brasil detém 11,6% da água doce superficial do mundo.
- 70 % da água disponível para uso estão localizados na Região Amazônica.
- Os 30% restantes distribuem-se desigualmente pelo País, para atender a 93% da população.



Distribuição da água doce superficial no Brasil

VOCÊ SABIA QUE...

- A partir de 1950 o consumo médio de água, por habitante, foi ampliado em cerca de 50% enquanto a disponibilidade de água permanece a mesma.
- De cada 500 litros de água doce do planeta, 50 litros estão no Brasil.
- Para cada 1.000 litros de água utilizada pelo homem resultam 10.000 litros de água poluída (ONU, 1993).
- No Brasil, mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais não tratados são lançados nos rios, lagos, lagoas, etc.
- Um terço da humanidade vive doente por beber água imprópria, sem tratamento.
- O ser humano pode passar até 28 dias sem comer, mas apenas 3 dias sem beber água.
- Basta que o ser humano perca 12% da água de seu corpo para que ocorra sua morte.
- Gotejando, uma torneira chega a um desperdício de 46 litros por dia. O que significa uma conta mais alta

COMO ECONOMIZAR:



O MUNDO SEM ÁGUA



VOCÊ ESTÁ SUJANDO A ÁGUA DO MUNDO!!!
(Assim, a água limpa vai acabar!)

- Infecções gastrointestinais, enfermidades da pele e das vias urinárias serão as principais causas de morte;
- Grande desemprego;
- Com o ressecamento da pele um jovem de 20 anos parecerá ter 40 anos;
- A idade média será 35 anos;
- Haverá muitas crianças com deficiência, mutações e deformações;
- A água ainda restante será um tesouro mais cobiçado que ouro ou diamante ocasionando grandes conflitos mundiais.

PORQUE REDUZIR A GERAÇÃO DE EFLUENTES E RESÍDUOS?

- Tudo que é jogado fora foi comprado a preço de matéria prima, embalagens ou insumos. Portanto:
 - ♦ Maior geração de resíduos significa maior custo para empresa.
- Mais de 3 milhões de pessoas morreram em 2002, em resultado de doenças relacionadas com a poluição da água, como por exemplo a diarreia.
- O simples fornecimento de água potável e saneamento básico, para toda população mundial, evitaria 1,6 milhões de mortes por ano.



Faça sua parte!!!!



Economize Água!!!!

Bibliografia

Agencia Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH). Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/pesquiseepreserve/ctudo-conteudo.asp?~>. Último acesso em 02/07/2006.

Água On-line. Disponível em: <http://www.aguaonline.com.br/materias.php?~>. Último acesso em 02/07/2006.

AIDIS. Disponível em <http://www.aidis.org.br/enlace/index.htm>. Último acesso em 02/07/2006.

SABESP. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/pura/cases/default.htm>. Último acesso em 02/07/2006.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Cartilha água, gota a gota. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/EA/publicacoes/material_publica_din3.asp~. Último acesso em 24/06/2006.

Universidade da Água. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/website/~>. Último acesso em 02/07/2006.

Figura 8 – Cartilha sobre a importância de se economizar água.

6.0 – CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que:

O desperdício de água e a falta de padronização dos procedimentos de higienização são pontos críticos em todas as linhas de processamento;

A média do consumo diário de água medida durante o dia foi de 81.260 litros e a média do volume de leite processado foi de 14.329 litros resultando em um coeficiente médio de consumo diário de 5,67;

É possível reduzir em 15.387 litros o consumo de água diário, o que corresponde a uma redução de 19% no consumo diário total e do coeficiente para 4,6 L de água por L de leite processado, apenas com a implementação de medidas de engenharia simples e de baixo custo juntamente com as práticas de reúso de água, padronização dos procedimentos de limpeza e treinamento e conscientização dos funcionários;

A embalagem que apresentou o maior percentual de perda por unidade (14%) e o maior coeficiente de perda (0,36 g de embalagem/ litro de leite) foi o selo utilizado para lacrar o pote de manteiga, seguida pelo selo que lacra o pote de requeijão. A grande porcentagem de perda de selo se deve ao não funcionamento adequado da máquina seladora;

Foram observadas diferenças entre os procedimentos de higienização realizados pelos colaboradores e aqueles descritos nas Instruções de Trabalho disponíveis na indústria;

A técnica da bioluminescência considerou 36% das superfícies em condições higiênicas satisfatórias e, quanto ao procedimento de higienização e à contagem microbiana, detectou 27% das superfícies em condições higiênicas satisfatórias, considerando a recomendação da APHA e a recomendação de 64% da OMS;

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os equipamentos nas contagens de microrganismos mesófilos aeróbios e nos números de unidade relativa de luz.

Dos ambientes analisados, 33% deles obtiveram contagens para microrganismos mesófilos aeróbios acima de $90 \text{ UFC} \cdot \text{m}^{-3}$ e 67% obtiveram contagens para fungos filamentosos e leveduras acima desse valor, evidenciando maior presença de fungos e leveduras no ar dos ambientes de processamento. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os ambientes nas contagens de microrganismos mesófilos aeróbios, não tendo havido diferença significativa ($p > 0,05$) entre os ambientes nas contagens de fungos filamentosos e leveduras;

O procedimento de higienização do caminhão tanque e das tubulações do setor de doce de leite não foi considerado satisfatório, tornando-se indispensável um estudo de redefinição das Instruções de Trabalho. Para os demais equipamentos, sugere-se uma

nova avaliação das Instruções de Trabalho, considerando questões ambientais como o consumo de água, geração de resíduos e os tipos e concentrações dos produtos utilizados.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M.R.; HOPE, C.F.A. **Rapid methods in food microbiology**. Holanda: Elsevier, v.26, 330 p., 1989.

ALFA LAVAL /TETRA PAK. **Dairy Processing Handbook**. Tetra Pak Processing Systems, Lund, Sweden. 1995.

ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Editora Varela, 1996. 182 p.

ANDRADE, N.J. ANTUNES, M.A.; BASTOS, M.S.R. **Higiene nas indústrias de alimentos de minimamente processados**. In: II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Resumos, Palestras e Oficinas – UFV – Viçosa, 2004.

ANDRADE, R.L.P.; MARTINS, J.F.P. Influence of sweet potato starch at permeate whey viscosity. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612002000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 Fevereiro 2007.

BARRETO, Y. **Como Treinar sua Equipe**. Editora Qualitymark. Rio de Janeiro, 1995. 99p.

BARRICHELLO, A.; ALLIL, M.C.A. Bioluminescência: uma nova ferramenta para tornar o controle microbiológico mais rápido, fácil e preciso. **Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes**, Juiz de Fora, V.52, n.300, p.71-79, 1997.

BENEVIDES, S.D. **Melhoria da qualidade e análise de conjuntura de certificação da manga e polpa de manga “ubá” na zona da mata mineira**. Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 2006. (Tese de D.S).

BEUX, M.R.; YAMAMOTO, C.I.; WINTER, C.M.G. Bioprocess applied to the treatment of residual waters of coffee wet processing for the incorporation of selected yeast strains. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 379-392, 2003.

BIOTRACE. BIOTRACE Xcel. [S.l]. 2000. (Manual técnico, 140p).

BRASIL. Resolução – **RDC n. 12, de 2 de Janeiro de 2001**. Estabelece padrões microbiológicos de alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. **Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde. Brasília. 2004.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Brasília. 2005.

BRASIL. **Projeto de Lei do Senado Nº 269/99**. Diário Senado Federal 28/04/99. Brasília: 1999. Disponível em <http://www.pragas.com.br/legislacao/bancodedados/proj269-99.php>. Último acesso em 10/02/07.

BRASIL. **LEI Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta

o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Agência Nacional das Águas - ANA. Brasília. 1997.

CARAWAN, R.E.; PILKINGTON, D.H. **Reduction in Waste load from a meat Processing Plant-Beef**. North Carolina Agricultural Extension Service - North Carolina State University, Asheboro, N.C., 1986.

CASANI, S.; ROUHANY, M.; KNØCHEL, S. (2006). Water reuse in a shrimp processing line: Safety considerations using a HACCP approach. **Food Control**, 17, 540–550.

CASANI, S.; LETH, T.; KNØCHEL, S. (2005). A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry. **Water Research**, 39, 1134–1146.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB. **Reúso de água**. São Paulo. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp. Último acesso: 10/03/2007.

COSTA, P.D. **Avaliação da técnica de ATP-bioluminescência no controle do procedimento de higienização na indústria de laticínios**. Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 63p., 2001. (Dissertação de M.S).

CORBITT, A.J.; BENNION, N.; FORSYTHE, S.J. Adenylate kinase amplification of ATP bioluminescence for hygiene monitoring in the food and beverage industry. **Letters in Applied Microbiology**, v.30, n.6, p.443-447, 2000.

EMBRAPA. Embrapa Gado de Leite. 2006. **Classificação mundial dos principais países produtores de leite**. Disponível em <http://www.cnpqgl.embrapa.br/produc.12.php>. Último acesso: 15/02/2007.

EMBRAPA. Programa Embrapa de Leite e Qualidade. Embrapa Gado de Leite. 2006. **Ranking da Produção Anual Leite por Estado no Brasil**. Disponível em <http://www.cnpqgl.embrapa.br/produc.12.php>. Último acesso: 15/02/2007.

FERREIRA, E.M. **Manual de levantamento de necessidades de treinamento** – Rio de Janeiro: CNI / DAMPI, 1989. 150p.

FEUILLETTE, I. **RH: o novo perfil do treinador: como preparar, conduzir e avaliar um processo de treinamento** / Isolde Feuillette; tradução Kátia de Almeida Rossini. – São Paulo: Nobel, 1991.

GAZZINELLI, M.F. **Representações do Professor e Implementação de Currículo de Educação Ambiental**. Cadernos de Pesquisa, n. 115, março/ 2002 p. 173-194, março/ 2002.

GRIFFITHS, M. W. Applications of bioluminescence in the dairy industry. **Journal Dairy Science**. V.76, p. 3118-3125, 1993.

HAYES, P.R. **Food microbiology and hygiene**. 2 ed. London: [s.n], 1995. p. 515.

HAZELWOOD, H.D. **Manual de higiene para manipuladores de alimentos**. São Paulo: Varela, 1994. 140p.

HAWRONSKYJ, J. M. e HOLAH, J. ATP universal hygiene monitor. **Trends in Food Science and Technology**. V. 8, p. 79-84, 1997.

INDI, 2003. **A Indústria de Laticínios Brasileira e Mineira em Números**. Disponível em: <<http://www.indi.mg.gov.br/publicacoes/Laticinios>>. Último acesso: 22/04/2006.

KANG, Y.J.; FRANK, F.J. Characteristics of biological aerosols in dairy processing plants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, I.L., v. 73, p 621- 626, 1990.

KENNEDY Jr., J. E. e OBLINGER, J. L. Application of bioluminescence to rapid determination of microbial levels in ground beef. **Journal Food Protection**, V. 48, n.4, p. 334-340, 1985.

LARSON, E.L.; AIELLO, A.E.; DUARTE, C.G.; LIN, S.X.; LEE, L.; LATTA, P.D.; LINDHARDT, C. Bioluminescence ATP monitoring as a surrogate marker for microbial load on hands and surfaces in the home. **Food Microbiology**, v.20, p.735-739, 2003.

MARENA, C.; LODOLA, L.; BULGHERONI, A.; CARRETO, E.; ZECCA, M.; MASERATI, R.; ZAMBIANCHI, L. Assessment of handwashing practices with chemical and microbiological methods: preliminary results from a prospective crossover study. **American Journal of Infection Control**, v.30, n.6, p.334-340, 2002.

MACHADO, R.M.G.; SILVA, P.C.; FREIRE, V.H. Controle Ambiental em Indústria de Laticínios. **BRASIL ALIMENTOS** - n° 7 - Março/Abril de 2001. Disponível em <<http://www.brasilalimentos.com.br/BA/pdf/~>>. Último acesso: 22/10/2006.

MACHADO, R.M.G.; SILVA, P.C.; FREIRE, V.H.; FIGUERÊDO, D.V.; FERREIRA, P.E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**. Projeto Minas Ambiente. 2002.

MINAS AMBIENTE/ CETEC. **Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios**. Minas Gerais: Alternativas Tecnológicas. Belo Horizonte: Minas Ambiente/ CETEC, 1998.

MOHR, A. & SCHALL, V.T. Rumos da Educação em Saúde no Brasil e sua Relação com a Educação Ambiental. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 8 (2): 199-203, abr/jun, 1992.

OLIVEIRA, V.M. de. **Formulação de Bebida Láctea Fermentada com Diferentes Concentrações de Soro de Queijo, Enriquecida com Ferro: Caracterização Físico-Química, Análises Bacteriológicas e Sensoriais**. Niterói. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense; 2006. (Dissertação de M.S.)

PACHECO, E.B. Análise de impacto ambiental devido a resíduos poliméricos. **Revista Plástico Moderno**. Edição 386. Dezembro 2006. Disponível em: <http://www.plastico.com.br/plastico.htm>. Último acesso: 10/02/07

PAULA, M. L; SIQUEIRA, M. I. D. **BPF: Boas Práticas de Fabricação** – Programa Alimentos Seguro (PAS). ed Senai. 2002, 104p.

PEREIRA, L.C. **A Importância do Planejamento para Implantação e Implementação das Boas Práticas de Fabricação**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Católica de Goiás "UCG", para obtenção do título de graduação em Engenharia de Alimentos, 2004. GOIÂNIA - Goiás – Brasil

PEREIRA, L.C.; TOCCHETTO, M. R. L. **Sistema de Gestão e Proteção Ambiental**. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2006.

PEREIRA, V.F.; BARROS, F.A.R. de; MOTTA, F.B.; ARAÚJO, M.A. de. **Desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de resíduos e dimensionamento**

da **ETE do Laticínio Viçosa FUNARBE**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Viçosa “UFV”, para obtenção do título de graduação em Engenharia de Alimentos, 2006. Viçosa – Minas Gerais – Brasil.

POHLMANN, M. **Água e efluentes na indústria frigorífica**. Revista Nacional da Carne, Julho, 2004. Disponível em: <<http://www.dipemar.com.br/carne/329~>>. Último acesso: 28/04/2006.

PORTO, L.M.; SANTOS, R.C. dos; MIRANDA, T.L.S. Determinação das Melhores Condições Operacionais do Processo de Produção da Ricota. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, jan./jun. 2005 B.

ROCHA, S.D.F. **Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais**. Informativo do Conselho Regional de Química de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2006.

SALUSTIANO, V.C. **Avaliação da microbiota do ar de ambiente de processamento de uma indústria de laticínios e seu controle por agentes químicos**. Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 48p. , 2002. (Dissertação de M.S).

SAS, Statistical Analysis System, versão 9.1. The SAS Institute, Cary, N.C.; 1999.

SEBRAE-MG/SILEMG/FAEMG. **Diagnóstico da indústria de laticínios do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 270 p, 1997.

SEBRAE/SILEMG/FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005: relatório de pesquisa**. – Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156 p.: il.

SILVA, D.J.P. **Diagnóstico do Consumo de Água e da Geração de Efluentes em uma Indústria de Laticínios e Desenvolvimento de um Sistema Multimídia de Apoio**. Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 72p. , 2006. (Dissertação de M.S).

SILVEIRA, D.D. **Modelo para seleção de sistemas de tratamento de efluentes de indústria de carnes**. Florianópolis, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina; 286p, 1999. (Tese D.S.).

SIMM, E.M. **Interferência de substâncias orgânicas e microrganismos na técnica de ATP-bioluminescência**. Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 64p. , 2004. (Dissertação de M.S).

SIQUEIRA JÚNIOR, W.M.; CARELI, R.T.; ANDRADE, N.J.; MENDONÇA, R.C.S. **Qualidade microbiológica de equipamentos, utensílios e manipuladores de uma indústria de processamento de carnes**. Revista Nacional da Carne, Grupo Dipemar, Nº 326 – Ano XXVII, Abril/2004.

SNOW, J. G. M. **Boas Práticas de Fabricação – GMP e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – HACCP**. ITAL. Campinas, São Paulo, 2002, 143p.

STRYDOM, J.P. Two-phase anaerobic digestion of three different dairy effluents using a hybrid bioreactor. **Water AS**, v.23, n.2, p.151-155. 1997

SVEUM, W.H.; MOBERG, L.J; RUDE, R.A; FRANK, J.F. Microbiological monitoring of the food processing environment. *In*: Vanderzant C; Splittstoesser F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd ed. Washington, DC: **American Public Health Association – APHA**, 1992. p.51-74.

UES, I; PIZATTO, E.; BEUX, S.; ALFARO, A T. **Otimização do Processo de Fabricação da Ricota**. *Synergismus scyentífica* UTFPR, Pato Branco, 01 (1, 2, 3, 4): 1-778. 2006.

VELAZQUEZ, M. e FEIRTAG, J. M. Quenching and enhancement effects of ATP extractants, cleansers, and sanitizers on the detection of the ATP bioluminescence signal. **Journal Food Protection**. V. 60, n.7, p. 799-803, 1997.

ZITZ, Miriam M. **A questão ambiental atinge as pequenas e micro empresas**. Rev. Meio Ambiente Industrial, São Paulo, ed. 18, n. 17, p.18-19, mar./abr. 1999.

ZOTTOLA, E. A. Special techniques for studying microbial biofilms in food systems. In: TORTORELLO, M. L. & GENDEL, S. M. **Food microbiological anaysis**–New technologies- IFT Basic Symposia, Marcell Dekker, p. 315-346, 1997.

ANEXOS

Anexo 1 - Porcentagem de perda de embalagem/linha/dia, média da porcentagem de perda e desvio padrão da média para cada tipo de embalagem utilizada.

Coleta	produto	embalagem perdida (unid)	embal. utilizada com produto (unid)	embalagem total (unid)	porcentagem de perda	média	desvio padrão
1º coleta	leite	113	4775	4888	2,31	2,19	0,25
2º coleta	leite	130	5416	5546	2,34		
3º coleta	leite	94	4480	4574	2,06		
4º coleta	leite	87	4673	4760	1,83		
5º coleta	leite	139	5600	5739	2,42		
1º coleta	mussarela	4	157	161	2,48	2,47	0,18
2º coleta	mussarela	4	148	152	2,63		
3º coleta	mussarela	2	90	92	2,17		
4º coleta	mussarela	4	150	154	2,60		
5º coleta	mussarela	3	120	123	2,44		
1º coleta	frescal	2	161	163	1,23	1,41	0,11
2º coleta	frescal	1	67	68	1,47		
3º coleta	frescal	1	71	72	1,39		
4º coleta	frescal	1	65	66	1,52		
5º coleta	frescal	1	68	69	1,45		
1º coleta	requeijão (pote)	1	2590	2591	0,04	0,06	0,11
2º coleta	requeijão (pote)	0	2042	2042	0,00		
3º coleta	requeijão (pote)	4	1647	1651	0,24		
4º coleta	requeijão (pote)	0	2384	2384	0,00		
5º coleta	requeijão (pote)	0	2169	2169	0,00		
1º coleta	requeijão (selo)	411	2590	3001	13,70	11,83	1,08
2º coleta	requeijão (selo)	270	2042	2312	11,68		
3º coleta	requeijão (selo)	211	1647	1858	11,36		
4º coleta	requeijão (selo)	292	2384	2676	10,91		
5º coleta	requeijão (selo)	282	2169	2451	11,51		
1º coleta	manteiga (pote)	0	600	600	0,00	0,00	0
2º coleta	manteiga (pote)	0	650	650	0,00		
3º coleta	manteiga (pote)	0	700	700	0,00		
4º coleta	manteiga (pote)	0	750	750	0,00		
5º coleta	manteiga (pote)	0	665	665	0,00		
1º coleta	manteiga (selo)	96	600	696	13,79	13,81	0,84
2º coleta	manteiga (selo)	100	650	750	13,33		
3º coleta	manteiga (selo)	106	700	806	13,15		
4º coleta	manteiga (selo)	135	750	885	15,25		
5º coleta	manteiga (selo)	104	665	769	13,52		
1º coleta	iogurte (120g)	35	15787	15822	0,22	0,59	0,26
2º coleta	iogurte (120g)	71	10900	10971	0,65		
3º coleta	iogurte (120g)	70	11600	11670	0,60		
4º coleta	iogurte (120g)	92	9537	9629	0,96		
5º coleta	iogurte (120g)	80	14815	14895	0,54		
1º coleta	iogurte (200g)	0	600	600	0,00	0,08	0,11
2º coleta	iogurte (200g)	1	398	399	0,25		
3º coleta	iogurte (200g)	1	800	801	0,12		
4º coleta	iogurte (200g)	0	400	400	0,00		
5º coleta	iogurte (200g)	0	399	399	0,00		
1º coleta	iogurte (1L)	4	614	618	0,65	0,23	0,25
2º coleta	iogurte (1L)	2	1395	1397	0,14		
3º coleta	iogurte (1L)	1	496	497	0,20		
4º coleta	iogurte (1L)	2	1269	1271	0,16		
5º coleta	iogurte (1L)	0	600	600	0,00		
1º coleta	doce de leite (800g)	1	826	827	0,12	0,23	0,18
2º coleta	doce de leite (800g)	2	851	853	0,23		
3º coleta	doce de leite (800g)	7	1618	1625	0,43		
4º coleta	doce de leite (800g)	0	2262	2262	0,00		
5º coleta	doce de leite (800g)	6	1624	1630	0,37		
1º coleta	doce de leite (10kg)	0	826	826	0,00	0,27	0,38
2º coleta	doce de leite (10kg)	1	124	125	0,80		
3º coleta	doce de leite (10kg)	0	60	60	0,00		
4º coleta	doce de leite (10kg)	1	174	175	0,57		
5º coleta	doce de leite (10kg)	0	143	143	0,00		
1º coleta	manteiga (selo novo)	88	630	718	12,26	12,44	0,57
2º coleta	manteiga (selo novo)	86	600	686	12,54		
3º coleta	manteiga (selo novo)	80	590	670	11,94		
4º coleta	manteiga (selo novo)	66	480	546	12,09		
5º coleta	manteiga (selo novo)	108	699	807	13,38		
1º coleta	doce de leite (400g) selo	79	1652	1731	4,56	4,85	1,79
2º coleta	doce de leite (400g) selo	84	1393	1477	5,69		
3º coleta	doce de leite (400g) selo	60	1526	1586	3,78		
4º coleta	doce de leite (400g) selo	41	1431	1472	2,79		
5º coleta	doce de leite (400g) selo	134	1674	1808	7,41		
1º coleta	doce de leite (400g) pote	12	1652	1664	0,72	0,67	0,40
2º coleta	doce de leite (400g) pote	18	1393	1411	1,28		
3º coleta	doce de leite (400g) pote	3	1526	1529	0,20		
4º coleta	doce de leite (400g) pote	7	1431	1438	0,49		
5º coleta	doce de leite (400g) pote	11	1674	1685	0,65		

Porcentagem de perda =(embalagem perdida (unid)/embalagem total(unid))*100

Anexo 2 - Médias de três repetições e desvios padrão de Unidades Formadoras de Colônias por cm² (UFC·cm⁻²) para as superfícies dos equipamentos imediatamente após a sanitização.

Equipamentos	Repetições			Media ± DP
	1	2	3	
Mesa de queijo	15 x10 ⁻¹	2,8 x10 ⁰	2,0 x10 ⁻¹	1,1 ±1,5
Tacho de queijo	9,5 x10 ⁻¹	6,5 x10 ⁰	2,9 x10 ¹	12,1 ± 14,9
Tanque de iogurte	1,2 x10 ¹	6,2 x10 ²	2,0 x10 ²	278,3 ± 311
Maquina envase de iogurte	3,4 x10 ⁰	8,2 x10 ¹	2,7 x10 ⁰	29,2 ± 45,3
Batedeira de manteiga	4,0 x10 ⁻¹	1,0 x10 ⁻¹	5,0 x10 ⁻²	0,2 ± 0,19
Tacho de doce	1,9 x10 ⁰	1,4 x10 ¹	1,2 x10 ¹	9,1 ± 6,4
Batedeira de requeijão	1,0 x10 ⁻¹	6,1 x10 ⁰	4,1 x10 ⁰	3,4 ± 3,0
Maquina envase de leite	1,1 x10 ²	4,5 x10 ⁻¹	5,5 x10 ⁻¹	34,8 ± 59,5
Tanque de leite	4,1 x10 ¹	2,7 x10 ²	1,2 x10 ⁻¹	102,7 ± 143
Tubulação	6,8 x10 ¹	5,5 x10 ²	6,8x10 ⁰	206,9 ± 295
Caminhão	7,3 x10 ¹	7,4x10 ¹	1,2 x10 ³	438,5 ± 632

Anexo 3 - Médias de três repetições e desvios padrão do número de Unidade Relativa de Luz e nas superfícies dos equipamentos imediatamente após a sanitização.

Equipamentos	Repetições			Media ± DP
	1	2	3	
Mesa de queijo	1,7 x10 ²	2,8 x10 ²	1,3 x10 ²	192 ±1,5
Tacho de queijo	2,3 x10 ¹	6,6 x10 ¹	1,2 x10 ²	68 ± 14,9
Tanque de iogurte	2,1 x10 ²	1,6 x10 ²	1,2 x10 ²	162 ± 311
Maquina envase de iogurte	3,5 x10 ²	6,2 x10 ¹	1,2 x10 ²	178 ± 45,3
Batedeira de manteiga	4,8 x10 ¹	5,6 x10 ¹	5,2 x10 ¹	52 ± 0,19
Tacho de doce	9,1 x10 ²	1,9 x10 ²	9,8 x10 ²	693 ± 6,4
Batedeira de requeijão	9,2 x10 ¹	6,4 x10 ¹	1,7 x10 ²	110 ± 2,8
Maquina envase de leite	1,4 x10 ¹	7,2 x10 ¹	3,2 x10 ²	135 ± 51,5
Tanque de leite	2,9 x10 ²	6,0 x10 ¹	2,5 x10 ²	202 ± 126,9
Tubulação	1,5 x10 ³	3,9 x10 ²	4,4x10 ³	770 ± 617
Caminhão	7,6 x10 ²	1,1x10 ³	2,6 x10 ³	1510 ± 1005

Anexo 4 - Médias de três repetições e desvios padrão de Unidades Formadoras de Colônias por m³ (UFC·m⁻³) de microrganismos mesófilos aeróbios no ar dos ambientes de processamento.

Ambientes	Repetições			Media ± DP
	1	2	3	
Sala de queijo	2,8 x10 ¹	9,9 x10 ¹	1,6 x10 ³	576,8 ±889
Sala de iogurte	1,2 x10 ¹	3,0 x10 ¹	1,2 x10 ¹	18 ± 10
Sala de manteiga	1,4 x10 ²	9,9 x10 ¹	8,0 x10 ¹	106,5 ± 31
Sala de doce de leite	5,5 x10 ⁰	4,0 x10 ⁰	4,4 x10 ¹	16,1 ± 23
Recepção	5,0 x10 ⁰	2,9 x10 ¹	1,6 x10 ¹	16,5 ± 12
Câmara fria	1,3 x10 ¹	3,2 x10 ¹	1,6 x10 ¹	20,5 ± 10

Anexo 5 - Médias de três repetições e desvios padrão de Unidades Formadoras de Colônias por m³ (UFC·m⁻³) de fungos filamentosos e leveduras no ar dos ambientes de processamento.

Ambientes	Repetições			Media ± DP
	1	2	3	
Sala de queijo	1,0 x10 ²	1,3 x10 ²	1,6 x10 ²	131,5 ± 29
Sala de iogurte	1,1 x10 ²	1,9 x10 ²	9,7 x10 ¹	130,2 ± 49
Sala de manteiga	5,5 x10 ¹	1,1 x10 ²	6,9 x10 ¹	76,7 ± 27
Sala de doce de leite	9,2 x10 ¹	3,4 x10 ¹	1,8 x10 ²	91,1 ± 72
Recepção	6,5 x10 ¹	3,9 x10 ¹	2,3 x10 ²	109,8 ± 101
Câmara fria	3,6 x10 ¹	8,5 x10 ¹	7,7 x10 ¹	65,7 ± 27