

Universidade Federal de Juiz de Fora
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados
Dissertação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados

Adbeel de Lima Santos

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO EM UMA
UNIDADE PRODUTORA DE QUEIJO MINAS ARTESANAL NA REGIÃO
DA CANASTRA E AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ATP-BIOLUMINESCÊNCIA**

Juiz de Fora
2010

Adbeel de Lima Santos

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO EM UMA
UNIDADE PRODUTORA DE QUEIJO MINAS ARTESANAL NA REGIÃO
DA CANASTRA E AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ATP-BIOLUMINESCÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, área de concentração: Qualidade do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. D.Sc. Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior

Juiz de Fora
2010

Adbeel de Lima Santos

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO EM UMA
UNIDADE PRODUTORA DE QUEIJO MINAS ARTESANAL NA REGIÃO
DA CANASTRA E AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ATP-BIOLUMINESCÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, área de concentração: Qualidade do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em: 03/03/2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.Sc. Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Prof. D. Sc. Fernando Resplande Magalhães
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Prof. Dra .Sc. Renata Golin Bueno Costa
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Prof. D.Sc. José Manoel Martins

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

À minha mãe, com amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

À EPAMIG, pela oportunidade de qualificação profissional.

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

Aos professores da EPAMIG, EMBRAPA e UFJF pelos ensinamentos.

Ao Professor Dr. Luiz Carlos Gonçalves Costa Junior pela orientação e amizade.

Aos produtores de queijo Minas artesanal Marquinhos e sua mulher Angelita pela oportunidade.

Ao Professor Dr. Fernando Resplande Magalhães pela amizade.

Ao pessoal do IFET - Campus Bambuí pelo apoio.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha mulher Luciana pela paciência.

À Deus, minha fonte de conhecimento e sem o qual nada disso seria possível.

RESUMO

A segurança e a viabilidade econômica da transformação do leite em seus diversos derivados dependem fundamentalmente da correta aplicação das técnicas de higienização. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar as condições higiênico-sanitárias do ambiente e das superfícies de processamento de uma unidade produtora de queijo Canastra por meio da técnica de ATP-Bioluminescência e propor um procedimento de higienização que contribua para a segurança e melhoria desse sistema de produção. Também foi avaliada a água utilizada na obtenção do leite e no interior da queijaria. No período mais susceptível às contaminações, ou seja, no verão, foram escolhidos 12 pontos de amostragem pertencentes ao fluxograma de produção do queijo Minas artesanal, além da água utilizada na sala de ordenha e da água utilizada no interior da queijaria. Esses pontos foram avaliados pelos métodos tradicional (referência) e ATP-Bioluminescência. Após isso, foi sugerido um novo procedimento de limpeza e sanitização para esses pontos, que foram avaliados ao longo das quatro estações também por ambos os métodos. Houve diferença ($p < 0,05$) entre os resultados obtidos para as avaliações realizadas antes e após a aplicação do procedimento proposto para a maioria dos pontos amostrados. A microestrutura das superfícies de equipamentos e utensílios apresentaram uma forte interferência, pois os resultados para os pontos de amostragem mesa de enformagem e prensagem (MEP), prateleira de maturação (PM) e formas (F) não diferiram ($p > 0,05$) independentemente do procedimento de higienização e das estações do ano. O método de ATP-Bioluminescência não apresentou concordância com o método de tradicional quanto à classificação das condições higiênicas das superfícies avaliadas. Isso deve muito possivelmente à presença de ATP de origem não microbiana oriunda de resíduos que não foram completamente eliminados na etapa de limpeza. Os resultados encontrados indicam que o método de ATP-Bioluminescência deve ser empregado como indicador da presença de material biológico na superfície ou água, não substituindo o método tradicional.

Palavras-chave: Higienização. Queijo Minas artesanal. ATP-Bioluminescência. Sanitização. Laticínios.

ABSTRACT

The food safety and the economical viability of milk processing depend on appropriated higienization techniques. The main goal of this work was to evaluate higienics conditions of food processing environment and surfaces of a producer farm of Canastra cheese by using ATP- Bioluminescence. In addition it was also proposed a higienization procedure to improve safety and quality of manufacture proceeding. It was also evaluated the water quality used in milking and during cheese production. During summer, which is more probability to microbial contamination, 12 points of Canastra cheese production flow were chosen. Such samples were analyzed by traditional and ATP- Bioluminescence techniques during all seasons. It was suggested a new procedure of cleaning and sanitation for both traditional and ATP- Bioluminescence methods. There was difference ($p < 0.05$) between the results obtained before and after the proposed higienization procedure for the most samples evaluated. The microstructure of equipments and utensils surfaces showed a strong influence in results. The results for forming and pressing table, ripening rack and forms did not differ ($p > 0.05$) independent of higienization procedure and year seasons. ATP- Bioluminescence did not agree with the reference method in relation to the classification of higienic conditions of evaluated surfaces. Probably, the presence of non-microbial ATP from food residues contributed to increasing the ATP level. The results found in the present work showed that ATP- Bioluminescence technique should be used as an indicator of biological material in water and/or surface; and it does not replace the traditional method.

Keywords: Higienization. Minas traditional cheese. ATP- Bioluminescence. Sanitation. Dairy.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Composição média do leite com valores máximos e mínimos.....	24
Quadro 2	Principais substâncias usadas na elaboração de detergentes.....	32
Quadro 3	Pontos de amostragem e seus respectivos códigos de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra.....	45
Quadro 4	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) na avaliação da unidade produtora de queijo artesanal da Canastra no verão antes da implantação do procedimento proposto.....	47
Quadro 5	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) na avaliação da unidade produtora de queijo artesanal da Canastra no após a implantação do procedimento proposto.....	54
Quadro 6	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da região da Serra da Canastra, obtidos por avaliação antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto durante as quatro estações do ano....	61
Quadro 7	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}), em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da região da Serra da Canastra, obtidos por avaliação antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto durante as quatro estações do ano.....	63
Quadro 8	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) e das das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}) referente à cada ponto de amostragem antes e após a implantação dos procedimentos de higienização propostos na unidade produtora de queijo artesanal da Canastra nas quatro estações do ano.....	68

Quadro 9	Valores absolutos e médias dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) obtidos para a água utilizada na sala de ordenha, antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto.....	71
Quadro 10	Valores absolutos e médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) obtidos antes e após a implantação dos procedimentos de desinfecção de água proposto para a água utilizada no interior da queijaria.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Regiões produtoras de queijo Minas artesanal no Estado de Minas Gerais.....	20
Figura 2	Região produtora de queijo Minas artesanal da Canastra.....	21
Figura 3	Representação do processo de remoção de sujidades da superfície de aço-inoxidável.....	28
Figura 4	Ciclo de Sinner contendo as quatro variáveis pela eficiência da higienização.....	29
Figura 5	Coefficiente de velocidade de remoção k em função da ¹ tensão de cisalhamento τ_w , por uma solução de NaOH a 80°C, $x = 0,65$	33
Figura 6	Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal da Canastra.....	44
..
Figura 7	Percentual de condições higiênicas encontradas em um unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, avaliadas nas quatro estações do ano após a implantação dos procedimentos de higienização propostos e antes da implantação, na estação do verão.....	55
Figura 8	Percentual de condições higiênicas dos pontos de amostragem das instalações e equipamentos de uma unidade produtiva de queijo Minas artesanal da Região da Canastra, medidas em logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL).....	58
Figura 9	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, obtidos no verão, antes da implantação do procedimento de higienização proposto e nas quatro estações do ano, após a implantação do procedimento.....	59
Figura 10	Percentual de condições higiênicas dos pontos de amostragem dos utensílios e equipamentos de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, medido em (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}), após a implantação do procedimento	

	de higienização proposto.....	64
Figura 11	Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}) em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, obtidos no verão, antes da implantação do procedimento de higienização proposto e nas quatro estações do ano, após a implantação do procedimento.....	66
Figura 12	Correlação entre os métodos tradicional e de ATP-Bioluminescência para avaliação das condições higiênicas de superfícies de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra.....	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	QUEIJO MINAS ARTESANAL.....	18
2.2	O QUEIJO MINAS ARTESANAL DA REGIÃO DA CANASTRA.....	20
2.3	HIGIENIZAÇÃO NO PROCESSAMENTO DO LEITE.....	22
2.3.1	Características dos resíduos do processamento do leite	23
2.3.2	A limpeza	25
2.3.3	Fatores que influenciam no procedimento de higienização	28
2.3.3.1	Tempo.....	29
2.3.3.2	Temperatura.....	29
2.3.3.3	Ação química.....	30
2.3.3.4	Ação mecânica.....	33
2.3.4	A sanitização	34
2.4	QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA.....	35
2.5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO	36

2.5.1	O método tradicional e a técnica de ATP-Bioluminescência.....	36
3	OBJETIVOS.....	38
3.1	GERAL.....	38
3.2	ESPECÍFICOS.....	38
	
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1	LOCALIZAÇÃO.....	39
4.2	APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO.....	39
4.3	ESCOLHA DA QUEIJARIA.....	40
4.4	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	40
4.5	DESENHO EXPERIMENTAL.....	40
4.6	CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO.....	40
4.6.1	Metodologia para avaliação das condições microbiológicas das superfícies e utensílios pelo método tradicional.....	42
4.6.2	Metodologia para avaliação das condições microbiológicas das superfícies e utensílios pelo método de ATP-Bioluminescência..	42
4.6.3	Metodologia para avaliação das condições microbiológicas da água utilizada na produção do leite e no interior da queijaria pelo método de ATP-Bioluminescência	43

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1	FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA CANASTRA	43
5.2	PONTOS DE AMOSTRAGEM INDICADOS APÓS SELEÇÃO DA QUEIJARIA	44
5.3	AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO EMPREGADO NA UNIDADE DE PRODUÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA SERRA DA CANASTRA ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO.....	45
5.4	AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO PELA TÉCNICA DE ATP – BIOLUMINESCÊNCIA.....	47
5.5	PROCEDIMENTOS DE HIGIENIZAÇÃO PROPOSTOS.....	48
5.5.1	Equipamento de ordenha (sistema “balde ao pé”)	48
5.5.2	Tubulação de transferência do leite da sala de ordenha até a queijaria e latão do equipamento de ordenha	49
5.5.3	Água utilizada no interior da queijaria	50
5.5.4	Utensílios, mesas, formas e tanque de produção	51
5.5.5	Pisos	51
5.5.6	Paredes	52
5.5.7	Manipulador	52

5.5.8	Prateleiras de maturação	52
5.5.9	Recomendações gerais	53
5.6	AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS DAS SUPERFÍCIES PELA TÉCNICA DE ATP-BIOLUMINESCÊNCIA, NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO, APÓS A IMPLANTAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO PROPOSTO	53
5.7	AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS DAS SUPERFÍCIES PELO MÉTODO TRADICIONAL, NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO, APÓS A IMPLANTAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE HIGIENIZAÇÃO PROPOSTO.....	62
5.8	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS TRADICIONAL E DE ATP-BIOLUMINESCÊNCIA.....	67
5.9	AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA UTILIZADA NA PRODUÇÃO DO LEITE E DA ÁGUA UTILIZADA NO INTERIOR DA QUEIJARIA PELO MÉTODO DE ATP-BIOLUMINESCÊNCIA.....	71
6	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIA	
	ANEXOS	

1 – INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento do mercado de laticínios, sobretudo após o fim do período de tabelamento de preços por parte do governo federal, tem exigido um constante aperfeiçoamento das tecnologias de produção, sendo que qualidade, segurança e eficiência nas operações de processamento são fundamentais nesse ambiente competitivo (GOMES & LEITE, 2001; SILVA & NEVES, 1999).

O aumento da capacidade de processamento para atender à demanda do mercado tem trazido novos problemas: perdas pós-processamento, diminuição da vida de prateleira e contaminações por microrganismos patogênicos (FIGUEIREDO, 2000). Como exemplo, a adoção da refrigeração do leite logo após a ordenha e o seu transporte a granel, melhorou de forma significativa a sua qualidade microbiológica, mas selecionou um grupo indesejável de microrganismos denominados psicotróficos. Se sua contagem atingir valores próximos a 10^6 UFC/mL ou mais, enzimas termorresistentes proteolíticas e lipolíticas poderão ser produzidas, resultando em alterações físico-químicas e sensoriais como gelificação em leite UHT, “off flavor” no leite pasteurizado, diminuição do rendimento de fabricações e sabores estranhos em queijos (FEIJÓ et al., 2002).

Praticamente, todas as preocupações existentes para o nível industrial podem ser transferidas para o nível artesanal, tornando a situação mais crítica ainda, pois os métodos de fabricação dos produtos, geralmente são arcaicos e com risco potencial à saúde do consumidor.

O queijo Canastra, dentre suas características de queijo artesanal, apresenta-se como um queijo que deve ser submetido ao processo de maturação após a fabricação. Porém, o que se tem notado na prática, é a comercialização e consequentemente o consumo, com poucos dias ou até mesmo imediatamente após sua fabricação. Isto força uma descaracterização dos atributos sensoriais tradicionais do produto, além de expor o consumidor a possíveis problemas de toxinfecções.

A microbiota do leite cru, de maneira geral, depende do estado de saúde do animal, das condições higiênicas de obtenção, transporte e manipulação, dos hábitos higiênicos dos colaboradores, da temperatura de conservação, do tempo

gasto até seu processamento e da capacidade dos microrganismos de se desenvolverem nestas condições. Ao se eliminar a variável saúde animal, ou seja, considerando-se que o leite foi obtido de animais sadios, os microrganismos contaminantes podem ser oriundos do ambiente, superfícies e da água (PINHEIRO & MOSQUIM, 1991).

Assim, as operações de higienização em uma queijaria artesanal, como em qualquer estabelecimento produtor de leite e derivados, devem ser consideradas sob quatro aspectos fundamentais:

- Exigências legais: a legislação brasileira exige que os produtos alimentícios produzidos e comercializados atendam a um padrão de identidade. Para o queijo minas artesanal especificamente, a legislação mineira estabelece parâmetros microbiológicos mínimos de qualidade e ainda que as queijarias apliquem programas que vise à segurança e a qualidade dos produtos obtidos;
- Competitividade: o atual mercado onde estão inseridas as queijarias artesanais mineiras exige qualidade, confiabilidade e segurança. Esses fatores são fundamentais para a competitividade desse sistema de produção, manutenção e ampliação dos consumidores;
- Econômicas: reduzem custos com perdas de matéria-prima e produtos acabados além de custos com produtos químicos de limpeza e sanitização; e
- Tecnológicas: a aptidão do leite para processamento e transformação em queijos, depende fundamentalmente da qualidade microbiológica.

Assim, a escolha correta e a aplicação eficiente das técnicas de limpeza e sanitização são essenciais para garantir a eficácia do processo e a sustentabilidade dessa importante atividade produtiva, que é a produção do queijo Minas artesanal.

Outro fator muito importante a ser considerado é o método para avaliação do procedimento de higienização adotado (ANDRADE, 2008). Esse é responsável por indicar se as superfícies e ou ambiente higienizados estão em condições de processamento. Para isso, vários métodos podem ser utilizados, com destaque nos últimos anos para o método de ATP-Bioluminescência, que apresenta algumas vantagens interessantes em relação ao método tradicional (método de referência), como o fornecimento de resultados rápidos, permitindo, quando necessário, fazer correções durante o processo de fabricação dos produtos.

A aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação para os queijos artesanais são fundamentais para a melhoria da qualidade dos produtos e a diminuição de riscos à saúde dos consumidores.

Procedimentos de higienização incorretos de equipamentos e utensílios têm como consequência a permanência de resíduos que servem de substratos para o crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos, que podem interagir com essa superfície condicionante formando biofilmes, complexo mais resistente aos sanitizantes que, durante a fabricação podem ser transferidos para os queijos, aumentando a sua carga microbiana.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias dos equipamentos, superfície e água utilizados na elaboração do queijo Minas artesanal em uma queijaria típica da região da Serra da Canastra por meio da técnica de ATP-Bioluminescência, propor um procedimento de higienização capaz de contribuir para a segurança e melhoria desse sistema de produção e avaliar pelo mesmo processo a eficácia deste procedimento.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Queijo Minas artesanal

Quando se fala em Minas Gerais, ou em “mineiros” é impossível não associar a idéia do queijo. O modo de fabricar é um costume permanente e dinâmico que está fortemente ligado à história do Estado, tendo papel econômico e social fundamental para grande parte do povo mineiro, pois em muitas regiões, a produção e comercialização do queijo Minas artesanal se configura na única fonte de renda para muitas famílias, sendo a base da economia para muitos municípios e regiões (SILVA, 2007).

A produção de queijos no Brasil teve início com a colonização portuguesa, que trouxe o gado bovino para o Brasil. Martim Afonso de Souza, em 1534, trouxe gado procedente das Ilhas da Madeira e Canárias, o que muito contribuiu para a interiorização do Brasil (RIBEIRO, 1959).

Mais adiante, com a descoberta do ouro e de pedras preciosas na segunda metade do século XVIII em Minas Gerais, vários garimpeiros e toda sorte de aventureiros, além de pessoas de vários outros ofícios, vieram para esta região, trazendo consigo o gado bovino. Esse era utilizado principalmente para tração animal e alimentação dos desbravadores. A partir daí, já se admitia em certas regiões, um nascente comércio de queijos, manteiga e carne seca (RIBEIRO, 1959).

As regiões montanhosas de Minas Gerais dificultavam o desenvolvimento de um comércio ativo e que cobrisse grandes distâncias, assim, a transformação do leite em queijos se tornou uma alternativa para a conservação do leite. A distância e as condições das estradas e acessos às propriedades rurais, principalmente no período de chuvas tornava difícil a venda do leite in natura (SILVA, 2007). Esses fatores contribuíram para que aos poucos fosse construída a cultura de produção do queijo Minas artesanal.

Com o desenvolvimento da tecnologia no século XX, principalmente em termos de velocidade de transporte e condições das estradas, aliada a proximidade

de grandes centros consumidores, houve um significativo incremento dessa atividade produtiva.

Minas Gerais se destaca como maior e mais importante produtor de queijos artesanais do Brasil. São 9.445 produtores pertencentes as cinco regiões caracterizadas: Serra da Canastra, Serro, Cerrado, Araxá e Campos das Vertentes, que produzem anualmente 29.005 mil toneladas de queijo, gerando 26.792 empregos diretos (EMATER, 2010).

Além de Minas Gerais, há queijos artesanais produzidos no Nordeste (queijo de coalho e queijo manteiga); no sul (queijo Colonial ou Serrano); e no Centro-oeste o queijo Caipira (SILVA, 2007).

Em um reconhecimento à importância econômica e social dessa atividade produtiva para o estado de Minas Gerais, o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – IEPHA – MG, registrou o modo de fazer do queijo artesanal do Serro como “Patrimônio Imaterial de Minas Gerais”, pelo decreto nº42.505 de 15 de abril de 2002 (MINAS GERAIS, 2002a).

Em 2008, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN reconhece o modo de fazer queijo Minas artesanal nas regiões do Serro e das serras da Canastra e do Salitre como patrimônio imaterial.

O artigo 1º da Lei nº 14.185 de 31 de Janeiro de 2002 (MINAS GERIAS, 2002b) considera queijo Minas artesanal, aquele elaborado conforme tradição histórica e cultural da região do Estado onde for produzido, a partir do leite integral, fresco e cru. Os queijos devem ainda ser produzidos exclusivamente com leite obtido na própria propriedade e apresentar consistência firme, cor e sabor próprios, massa uniforme, isenta de corantes e conservantes, com ou sem olhaduras mecânicas.

A Figura 1 apresenta as Regiões produtoras de queijo Minas artesanal no Estado de Minas Gerais.

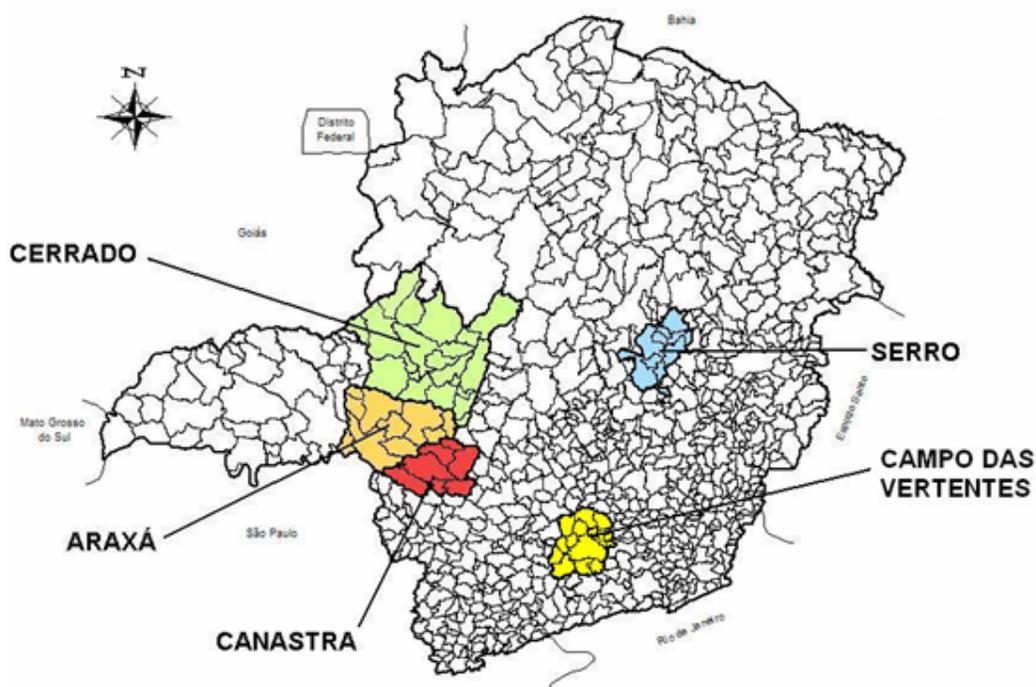


Figura 1- Regiões produtoras de queijo Minas artesanal no Estado de Minas Gerais (Fonte: EMATER, 2010).

2. 2 – O Queijo Minas artesanal da Região da Canastra

A região da Canastra localiza-se no sudoeste do estado de Minas Gerais, limitando-se ao norte com a região do Triângulo Mineiro, ao sul com a região do Lago de Furnas e a oeste com a região Centro-oeste de Minas Gerias, em uma posição privilegiada, próxima a grandes centros consumidores.

Devido à grande parte da região ser caracterizada como área de campo, a agricultura se dava, no início, de forma incipiente, sendo somente de subsistência. Os primeiros colonizadores trouxeram consigo o conhecimento da produção de queijo, a partir do leite cru, e encontraram aqui ambiente propício para a perpetuação da arte (SILVA, 2007).

A microrregião da Canastra, que é caracterizada como região produtora de queijo Minas artesanal, é composta pelos municípios de: Bambuí, Medeiros, Piumhi, São Roque de Minas, Tapiraí, Vargem Bonita e Delfinópolis. São 1529 produtores que produzem 5.787 toneladas por ano, gerando 4281 empregos diretos (EMATER, 2010).

A Figura 2 apresenta a Região produtora de queijo Minas artesanal da Canastra.

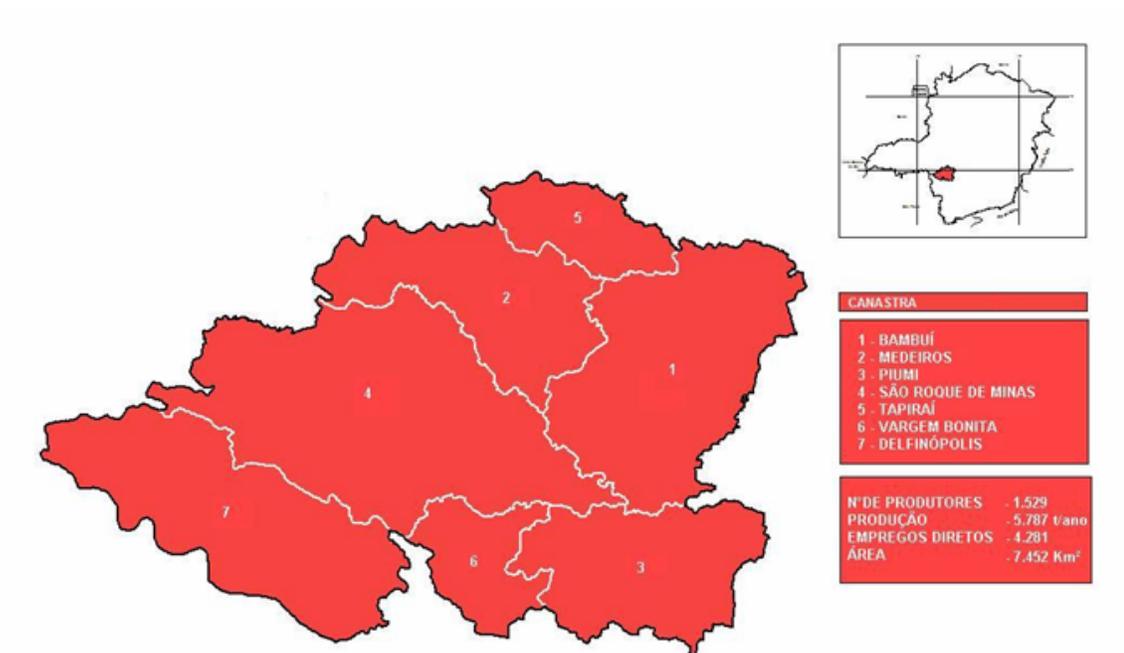


Figura 2 - Região produtora de queijo Minas artesanal da Canastra (Fonte: EMATER-MG, 2010).

O relevo constituído de chapadões, e a altitude permitem o surgimento de inúmeras nascentes e cachoeiras. Além das características físicas, os fatores edafoclimáticos são favoráveis a produção de queijo, muito possivelmente devido a um ambiente propício para o desenvolvimento de bactérias endógenas responsáveis pelo sabor característico do queijo. Essa microbiota encontra-se presente no “pingo”,

um soro salgado e fermentado, coletado no final da dessoragem dos queijos, que é adicionado ao leite durante a fabricação do queijo (EMATER, 2004).

2.3 – Higienização no processamento do leite

A higienização pode ser definida como: “Um conjunto de técnicas e procedimentos que visa manter a estabilidade microbiológica dos alimentos ao longo de todo o seu fluxo de processamento e garantir, no que a ela se referir, condições de operação dos equipamentos e instalações utilizados na elaboração dos produtos, na forma mais segura e eficiente possível”. Essas técnicas e procedimentos muitas vezes acontecem em duas etapas distintas: a limpeza e a sanitização (SANTOS & OLIVEIRA, 2007).

A limpeza tem por objetivo a remoção dos resíduos orgânicos e inorgânicos das superfícies de processamento, já a sanitização visa a eliminação dos microrganismos patogênicos e a redução a níveis seguros os alteradores (ANDRADE, 2008). A limpeza é realizada por meio de soluções detergentes, sendo constituídas por várias substâncias atuando de forma sinérgica. Por sua vez, sanitizantes podem ser físicos ou químicos. Do primeiro tipo, o mais utilizado é o calor, seja na forma de vapor ou de água quente. No entanto, devido às características de processamento do leite, como em queijarias artesanais, os sanitizantes químicos são mais utilizados (HAYES, 1995; LELIEVELD et al., 2003).

De acordo com o layout de produção, os sistemas de higienização utilizados podem ser de dois tipos básicos: Open-Plant-Clean (OPC) ou Clean-in-Place (CIP). O primeiro tipo é aplicado para superfícies, ambientes e equipamentos abertos. O segundo é aplicado em situações onde não é possível o acesso manual (HAYES, 1995).

Uma superfície pode se encontrar da seguinte forma (LELIEVEL et al., 2003):

- a) Superfície limpa fisicamente, na qual há ausência de sujidades opticamente detectada ou fisicamente mensurada;
- b) Superfície limpa quimicamente, na qual a ausência de sujidades determinadas por métodos analíticos; e

c) Superfície limpa biologicamente, isto é, ausência de microrganismos sobreviventes.

Uma ótima condição da superfície envolvida na transformação do leite em seus diversos derivados deve contemplar os três aspectos, pois uma superfície pode estar limpa do ponto de vista físico e não do ponto de vista microbiológico, ou então do ponto de vista químico e não biológico.

É importante observar, que durante a limpeza também ocorre eliminação de microrganismos. A intensidade dessa redução vai depender principalmente do tipo de solução detergente utilizada, da concentração e da temperatura (LELIEVELD et al., 2003). No entanto, não é essa a sua finalidade. A superfície deve estar em condições de garantir que o leite resulte em produtos seguros e com viabilidade econômica e isso só será possível com a aplicação da segunda etapa, que a sanitização. Em algumas situações é possível que a limpeza e a sanitização ocorram simultaneamente, isso é mais comum na higienização manual, com o uso dos chamados “limpadores sanitizantes” a exemplo de detergentes alcalinos clorados e detergentes contendo tensoativos catiônicos. Essa técnica deve ser utilizada com muita cautela e em situações de mínimos riscos (HAYES, 1995).

2.3.1 - Características dos resíduos do processamento do leite

Para que se possa desenvolver um procedimento de higienização eficiente, é muito importante conhecer as características das sujidades e o efeito que cada etapa do processamento do alimento tem sobre ele. Assim, deve-se fazer um levantamento de todo processo produtivo, com ênfase nas operações unitárias que provocam alteração na sua estrutura física e química, como por exemplo: o tratamento térmico, resfriamento, ultrafiltração, homogeneização, etc. Isso torna possível (HAYES, 1995):

- Conhecer os seus efeitos sobre os materiais: corrosão, redução de troca térmica;
- Identificar os microrganismos capazes de se desenvolver nesse meio; e
- Escolha correta da técnica e da solução detergente adequadas.

No caso do processamento característico de uma queijaria artesanal que segue o fluxograma tradicional de produção de queijos, não há tratamento térmico nem uma outra operação capaz de promover alterações no leite. No entanto, tratando-se de leite cru, o risco de contaminação é muito potencializado, portanto os cuidados com a higienização como um todo devem ser muito rigorosos.

O Quadro 1 apresenta uma visão geral da composição do leite e portanto, da característica dos resíduos oriundos da fabricação dos queijos artesanais, pois nesse caso não é permitido adição de aditivos alimentares e nem o tratamento térmico.

Quadro 1 – Composição média do leite com valores máximos e mínimos (WALSTRA et al., 2001).

Constituintes	Teor (g.kg ⁻¹)	Varição (g.kg ⁻¹)
Água	873	855-887
Extrato seco desengordurado	88	79-100
Gordura	39	24-55
Lactose	46	38-53
Proteínas	32	23-44
Substância Minerais	6,5	5,3-8,0
Ácidos orgânicos	1,8	1,3-2,2
Outros	1,4	-

É muito importante estabelecer as especificidades de cada tipo de alimento e de cada tipo de processo. Para o leite, que é o caso, o principal carboidrato é a lactose, que é solúvel em água, portanto, muito fácil de ser removida. Já as soroproteínas lácteas sofrem desnaturação e insolubilização durante tratamento térmico, dando início à formação de incrustações que são difíceis de serem removidas. Também ocorre insolubilização de sais minerais com o tratamento

térmico, dificultando ainda mais a remoção desses resíduos da superfície (SANTOS & CHELINE, 2009)

2.3.2 – A limpeza.

De uma forma geral, a limpeza acontece em etapas distintas (HAYES, 1995):

- 1) Umectação da sujidade por meio de uma solução de limpeza;
- 2) Deslocamento ou remoção da sujidade da superfície, por ação detergente e, ou, mecânica;
- 3) Dispersão da sujidade na solução, por dissolução ou emulsificação das partículas; e
- 4) Suspensão das partículas de sujidade na solução e impedimento de uma nova deposição nas superfícies.

Ao contrário do alto desenvolvimento das técnicas de limpeza, comparativamente, o conhecimento sobre o mecanismo envolvido na remoção das sujidades não é muito grande (FRYER et al., 2006). O que se conhece de fato é que tanto a remoção como a adesão ocorrem em várias fases. Como um todo, o processo de limpeza é uma complexa reação entre componentes individuais das soluções de limpeza e as substâncias capazes de se aderirem às superfícies. Essas substâncias, sólidas ou líquidas, presentes no leite que está sendo utilizado, podem vir a ter influência de forças atrativas de Van de Waals quando próximas à superfícies metálicas. Com uma distância de 5nm ou menos, a atração torna-se irreversível. Isto reflete o fato de que nessa distância, as partículas não são mais objetos de movimento browniano, e para se movimentarem novamente, é necessário fornecer energia adicional (GRASSHOFF, 1997). Isto é possível por meio de limpeza por aspersão, a exemplo. Nesse contexto, a ação mecânica promovida pelo manipulador no caso de limpeza manual e pelo escoamento das soluções de limpeza em sistema CIP, é fundamental.

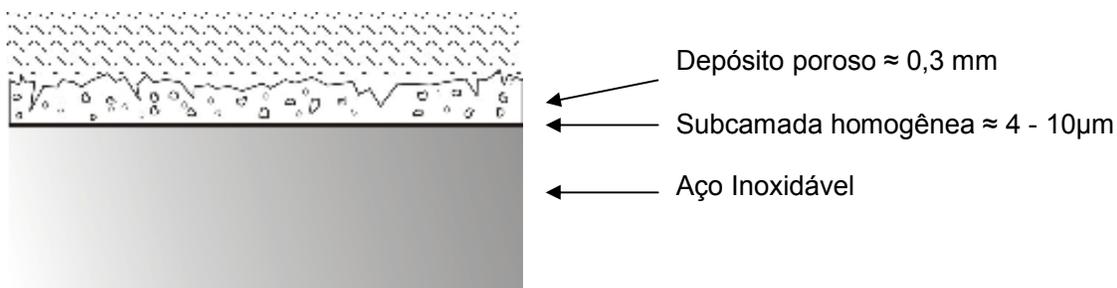
De acordo com GRASSHOFF (1997), o processo de remoção das sujidades ocorre em várias fases. A primeira fase, de (1a) a (1c), consiste na difusão e intumescência, que pode ser subdividida em três fases. Nesse período os

componentes da solução de limpeza penetram na sujidade aderida, ligando-se a elas, seguido de uma rápida intumescência. Tanto pela parcial hidrólise de proteínas como pela inserção adicional de moléculas de água na complexa matriz, a força de adesão dessa última é diminuída e o movimento do fluxo de solução é suficiente para iniciar a remoção na camada superior do depósito de sujidade, mesmo antes da solução penetrar totalmente (1a). Em seguida, (1b), ocorre uma contínua intumescência no restante do depósito até atingir a superfície metálica (1c).

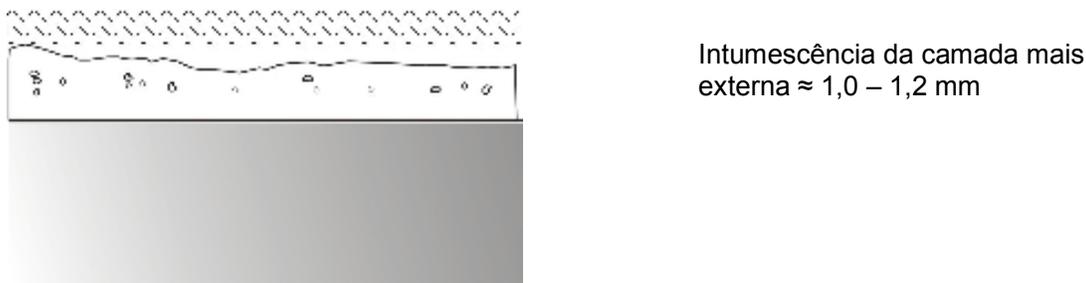
Na segunda fase, ocorre então o desprendimento de placas, cujo tamanho é variável e depende da velocidade do fluxo da solução de limpeza e da estrutura interna do depósito, no caso da limpeza por circulação, CIP ou da força aplicada no caso da limpeza manual. Ao término da segunda fase restam aproximadamente 5% do depósito inicial de sujidades, que é retirado mais lentamente durante a terceira fase. Resta na superfície uma fina camada transparente constituída por cálcio e fosfato principalmente, embebidos em material orgânico. Essa subcamada é removida por meio de agentes ácidos de limpeza (VISSER, 1997).

A Figura 3 representa a sequência do processo de remoção de sujidades de uma superfície de aço-inoxidável.

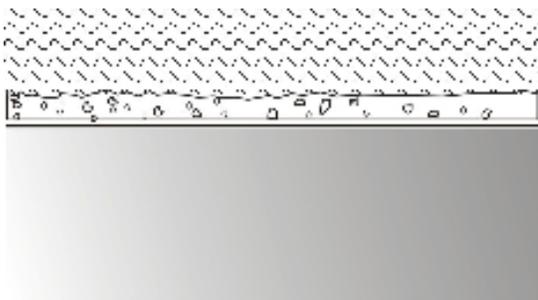
0) $t = 0$



1 a) $t = 30\text{s}$

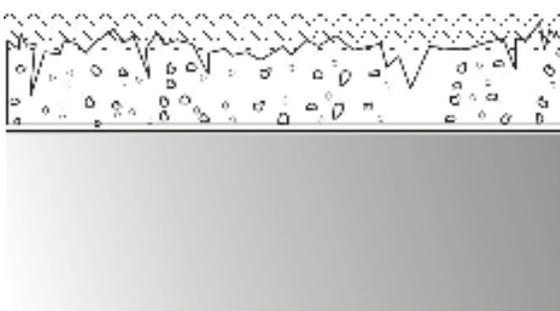


1 b) $t = 60$



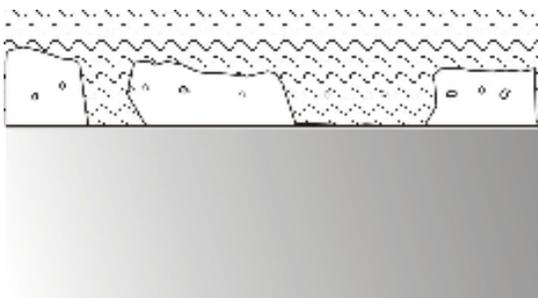
Remoção parcial da camada superior $\approx 0,3$ mm

1 c) 3 – 10 min



Intumescência da camada residual $\approx 0,5 - 0,8$ mm

2) 3 - ∞ min



Deslocamento de placas de depósitos

3) 10 - ∞ min



A remoção ocorre e menos que 5% da camada inferior não é removida

ou



A superfície é totalmente limpa

Figura 3 – Representação do processo de remoção de sujidades da superfície de aço-inoxidável (GRASSHOFF, 1997).

2.3.3 – Fatores que influenciam no procedimento de higienização.

A Figura 4 apresenta o “Círculo de Sinner”. Nele podem ser vistas as quatro variáveis responsáveis pela eficiência da higienização: o tempo, a temperatura, as ações mecânica e química. Todo o dimensionamento de um sistema de higienização deve ser feito levando-se em consideração essas variáveis e a sua relação com as características das sujidades e das alterações provocadas nelas devido ao processamento (FRYER, 2006).

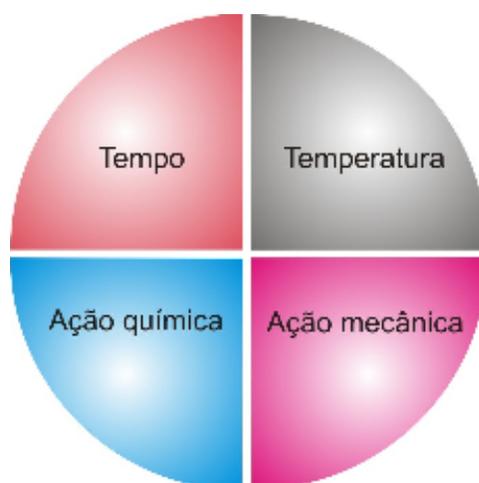


Figura 4 – Ciclo de Sinner contendo as quatro variáveis pela eficiência da higienização (SANTOS & OLIVEIRA, 2007).

2.3.3.1 – Tempo

De forma geral, a quantidade de sujidade diminui com o tempo de limpeza. Esta aproximação não é válida para todas as situações. Na prática, a remoção é rápida no início e mais lenta no final. Por que isso acontece ainda não é bem conhecido, no entanto, sabe-se que para uma sujidade aderida a uma superfície, a sua parte mais externa é removida mais facilmente e a parte interna com maior dificuldade (LELIEVELD et al., 2003).

O tempo estabelecido para o contato entre a sujidade e a solução de limpeza deve ser estritamente o necessário, pois um tempo menor não será suficiente para que as reações possam ocorrer e um tempo excessivo é inviável economicamente. Além do mais, quase todas as reações químicas acontecem com maior velocidade no início (ANDRADE, 2008).

2.3.3.2 – Temperatura

A adesão de sujidades à superfície é um processo físico que envolve liberação de energia, dessa forma, energia também é requerida para que o processo de adesão seja revertido. Durante a difusão e intumescência, como se vê na Figura 3, os agentes de limpeza devem ser transportados para o interior do depósito e reagir com os constituintes das sujidades, mecanismo esse que consome energia. É importante observar que a quantidade de energia fornecida deve ser somente a necessária, pois caso seja insuficiente, haverá um aumento no tempo dos ciclos de limpeza, e por outro lado se a quantidade de energia for demasiada, poderá acelerar o desgaste do equipamento, como corrosão, por exemplo, e até mesmo o desprendimento de gases, com no caso da utilização do ácido nítrico a altas temperaturas. Além do mais, os equipamentos de processo também possuem componentes que devem ser levados em consideração, como gaxetas e sensores. Uma elevação na temperatura de 10°C duplica a ação química das soluções de

limpeza. Temperaturas acima de 50°C parecem não incrementar muito a eficiência da limpeza (LELIEVELD et al., 2003).

2.3.3.3 - Ação química

O principal componente das soluções de limpeza é a água. Sendo assim, é muito importante que apresente a qualidade desejada para ser utilizada na preparação das soluções de limpeza. Ela tem a importante função de desestabilizar a estrutura das sujidades (HAYES, 1995). Além disso:

- É um solvente requerido para os produtos químicos utilizados na solução de limpeza;
- Transporta e mantém os sólidos removidos em suspensão; e
- Transporta energia térmica e química.

Na formulação de soluções detergente, a proporção entre a água e as substâncias químicas ativas deve ser menor que 5%, e sempre que possível mantida o mais baixo possível, pois é preciso considerar que quanto mais produto químico for utilizado, mais dispendioso economicamente o procedimento de limpeza se torna, tanto pelo maior volume utilizado, quanto no aspecto ambiental, pois o volume de resíduos a ser tratado também aumentará (GRASSHOFF, 1997).

O incremento na concentração de detergentes maximiza a taxa de limpeza e uma ótima concentração dos produtos químicos, reduz o tempo de operação. No entanto, existe um ponto de saturação (CMC – Concentração Micelar Crítica), onde acima dele, concentrações adicionais de detergentes não melhoram de forma significativa a eficiência do procedimento (ANDRADE, 2008).

Para que uma solução de limpeza, “detergente”, possa desempenhar uma ótima ação química, ela deveria apresentar as seguintes características (ANDRADE, 2008):

- **Emulsificação:** é a capacidade de manter os óleos e gorduras na forma dispersa, sem se aglomerarem e formarem depósitos;
- **Saponificação:** é a reação química entre um álcali e uma gordura animal ou vegetal, resultando em um sabão;

- **Umectação:** é a ação da água ao entrar em contato com todas as superfícies de deposição ou do equipamento. Está ligada à redução da tensão superficial;
- **Penetração:** é a ação de um líquido que penetra em materiais porosos através de fissuras, pequenos orifícios ou pequenos canais. Esta ação pode ser considerada como parte da umectação;
- **Dispersão:** é a ação de fracionar flocos ou agregados em partículas individuais. Assim essas partículas diminutas são mais facilmente suspensas e removidas do equipamento pelo enxágue;
- **Suspensão:** é a ação que mantém partículas insolúveis suspensas em uma solução, impedindo a formação de depósitos;
- **Peptização:** é a transformação física das deposições que só podem ser parcialmente solúveis em soluções coloidais. Esta ação, em parte, é similar á dispersão, mas é particularmente aplicável a materiais tais como deposições de proteína;
- **Enxágue** ou ação de **molhagem:** é a facilidade que tem uma solução ou suspensão de ser removida de uma superfície pela lavagem.
- **Poder sanitizante:** alguns detergentes podem conter sanitizante; e
- **Abrandamento:** é a remoção ou inativação dos constituintes da dureza da água.

Pelo exposto, não existe uma substância que apresente todas as características ideais para constituir uma solução de limpeza, em outras palavras, para constituir um detergente. Na prática são utilizadas uma combinação de várias substâncias atuando de forma sinérgica a fim de conseguir uma excelente ação química, e no procedimento de limpeza como um todo, muitas vezes são necessários mais de um detergente, cada um, constituído de diferentes substâncias. Por exemplo, não se pode conseguir uma solução detergente alcalina forte que também tenha caráter de ácido forte. Nesse caso é necessário que se tenha uma solução que possua um ingrediente alcalino forte e uma outra solução que contenha uma substância ácida forte. Isso explica por que em um procedimento de limpeza básico, existe a etapa alcalina e a etapa ácida (FRAYER, 2006).

A limpeza das superfícies é obtida pelo uso de determinados agentes químicos ou por formulações destes que apresentam ação específica sobre os resíduos dos alimentos. As soluções de limpeza podem ser aplicadas: a)

manualmente; b) pela imersão de partes desmontáveis de equipamentos e tubulações, como válvulas conexões e, ainda, para o interior de tachos e tanques; c) por meio de máquinas “lava jato” tipo túnel, como as usadas para lavagem de latões de leite; d) por meio de equipamento “spray” com alta ou baixa pressão; e) por nebulização ou atomização, como em silos de leite; f) pelo uso de espuma; g) pelo uso de gel; e h) ou por circulação (*Cleaning In Place* - CIP) (ANDRADE, 2008).

Os principais constituintes das soluções detergentes podem ser vistas no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais substâncias usadas na elaboração de detergentes.

Agentes	Funções
Alcalinos	Saponificam ácidos graxos e solubilizam proteínas
Fosfatos	Auxiliam a emulsificação de gordura. Abrandam a água por formação de complexos solúveis com os sais divalentes e auxiliam a emulsificação de gordura.
Ácidos	Controlam depósitos minerais.
Sequestrantes	Abrandam a água por sequestro dos sais divalentes e também controlam depósitos minerais. Suspendem resíduos.
Tensoativos	Emulsificam resíduos de gordura. Melhoram a ação de molhagem e diminuem a tensão superficial da água.

Adaptado de Andrade (2008).

2.3.3.4 - Ação mecânica

No dimensionamento de um sistema de limpeza a ação mecânica é muito importante, principalmente na limpeza CIP. Estudos realizados por FRAYER & BIRD (1994), demonstraram que usando velocidades de fluxo que variavam de (0,17; 0,35 e 0,53ms⁻¹) houve incremento na velocidade de remoção das sujidades. Há uma

relação exponencial entre o coeficiente de velocidade de remoção e a tensão de cisalhamento¹, como pode ser visto na Figura 5 (VISSER et al., 1997).

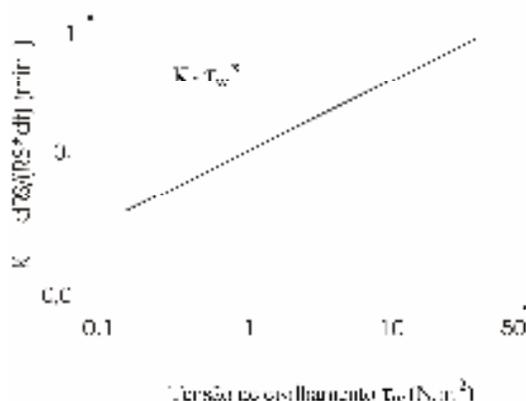


Figura 5 - Coeficiente de velocidade de remoção k em função da ¹tensão de cisalhamento τ_w , por uma solução de NaOH a 80°C, $x = 0,65$.

Fonte: VISSER et al. (1997).

A energia mecânica é requerida para:

- Remoção das partículas quimicamente modificadas;
- Quebra de maiores agregados em menores agregados; e
- Prevenir a sedimentação e readerência das partículas já desprendidas.

A ação mecânica tem papel fundamental para a redução dos tempos dos ciclos de limpeza.

O consumo de energia das bombas varia linearmente com o quadrado da velocidade do fluxo, assim, no dimensionamento de um sistema de higienização é preciso avaliar a relação entre o custo do aumento na velocidade de fluxo e a melhoria da eficiência como um todo. Apesar da limpeza ser realizada em um fluxo contínuo, existe um tempo mínimo de contato entre os constituintes da solução de limpeza e a sujidade, seja no processo manual ou por circulação. Recomenda-se a

¹ É a componente tangencial da força que age sobre a superfície de adesão.

velocidade mínima de $2,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ para o escoamento de limpeza em tubulações por meio da limpeza CIP (SANTOS & OLIVEIRA, 2007).

É interessante observar que com o aumento da velocidade de escoamento, diminui o tempo de contato, de qualquer forma, é suficiente para promover uma ótima limpeza (LELIEVELD et al., 2003).

As quatro variáveis responsáveis pela higienização não apresentam uma relação linear. Por exemplo: o fato de se elevar a temperatura de uma solução de 40°C para 80°C , ou seja, dobrá-la, não significa que se pode reduzir a concentração da solução por 2, e o inverso também é válido. De alguma forma, quando ocorre o deslocamento para mais ou para menos de alguma das quatro variáveis, todo o sistema fica alterado, o que pode acarretar, por exemplo, em maior tempo de limpeza. O que existe é uma ação sinérgica entre as variáveis (SANTOS & OLIVEIRA, 2007).

2.3.4 – A sanitização

Após a limpeza, é necessário que seja realizada a sanitização. Esta tem a finalidade de eliminar microrganismos patogênicos e reduzir a níveis seguros os alteradores. Ela deve ser realizada, sempre que possível, imediatamente antes da utilização dos equipamentos e instalações, pois pode haver desenvolvimento de microrganismos que não foram eliminados totalmente da superfície com recontaminação (ANDRADE, 2008).

Na escolha de um sanitizante, deve-se levar em consideração (ANDRADE, 2008):

- a) Aprovação pelos órgãos competentes, como o Ministério da Saúde;
- b) O espectro de ação antimicrobiana e velocidade para destruir os microrganismos;
- c) Sejam estáveis sob variadas condições de uso; e
- d) Apresentem baixa toxicidade e corrosividade.

Como não existe um sanitizante que tenha todas essas características, a escolha do produto a ser utilizado deve ser realizada em função das características de processamento (ANDRADE, 2008).

Os sanitizantes físicos mais usados são vapor, água quente e ar quente. O mecanismo básico de ação sobre os microrganismos, envolve desnaturação protéica, desorganização de lipídios celulares e oxidação de substâncias essenciais ao metabolismo microbiano (ANDRADE, 2008).

Os sanitizantes químicos mais utilizados são os compostos liberadores de cloro, os compostos iodados, clorexidina, ácido peracético, amônia quaternária, álcool e dióxido de cloro. O mecanismo de ação desses compostos sobre os microrganismos é uma complexa sequência de reações que causam danos à membrana celular, oxidação de substâncias essenciais ao metabolismo, abaixamento de pH do interior celular, alterações cromossômicas dentre outras (AKUTSU, 2001).

A legislação brasileira que regulamenta a utilização de sanitizantes estabelece que os princípios ativos dos produtos desinfetantes em uso na indústria de alimentos devem ser aqueles que constam da lista do “Code of Federal Regulation” nº 21, parágrafo 178.1010 e as da Diretiva nº 98/8/CE (BRASIL, 2007).

2.4 – Qualidade microbiológica da água

A água desempenha um papel muito importante quando se trabalha com leite e também para a higienização. Como é o principal componente das soluções de limpeza, ela tem a importante função de desestabilizar a estrutura das sujidades. Além disso (HAYES, 1993):

- É um solvente requerido para os produtos químicos utilizados na solução de limpeza;
- Transporta e mantém os sólidos removidos em suspensão;
- Transporta energia térmica e química;
- É utilizada para higiene pessoal;

- Componente de formulações: padronização de creme, requeijão, aquecimento de massa de queijo etc;
- Produção de vapor; e
- Resfriamento.

A água é considerada fonte de contaminação primária quando se trata do leite e de sua transformação nos mais diversos derivados. Muitos dos microrganismos presentes no leite têm origem na obtenção, e nessa, a água é a principal veículo de contaminação. Não é incomum encontrar fazendas produtoras de leite que utilizam água sem nenhum tratamento (PINHEIRO & MOSQUIM, 1991).

Ela pode estar contaminada por uma variedade enorme de microrganismos que vão desde psicrotróficos alteradores de alimentos a patogênicos, como *Salmonella spp*, *Clostridio perfringens*, *Escherichia coli* (ANDRADE, 2008).

A legislação que trata do queijo Minas artesanal exige que as queijarias só utilizem água tratada (MINAS GERAIS, 2002).

2.5 – Métodos de avaliação do procedimento de higienização

2.5.1 – O método tradicional e a técnica de ATP-Bioluminescência

A higienização deve ser avaliada periodicamente de forma a garantir a produção de alimentos seguros, devendo-se adotar medidas corretivas em casos de desvios desses procedimentos, e ser realizada sempre que possível em condições reais de utilização (ANDRADE, 2008).

A amostragem das superfícies consiste na recuperação de microrganismos por meio de líquidos ou sólidos (ANDRADE, 2008; SERRANO, 1984). Métodos do “swab” seguido de contagem padrão em placas, placas de contato, rinsagem e impressão em Agar, são exemplos aplicáveis, sendo o método do “swab” considerado classe O pela APHA (American Public Health Association), ou seja, uma metodologia de referência (tradicional) (ANDRADE, 2008).

Métodos rápidos, sensíveis e precisos têm sido desenvolvidos para a enumeração de microrganismos e detecção de resíduos orgânicos, a fim de atender às necessidades das indústrias de alimentos (AKUTSU, 2001). As respostas das técnicas tradicionais demandam determinado tempo e quase sempre o processamento foi terminado e pouco se pode fazer caso a avaliação não tenha sido satisfatória.

Sistemas de “Hygiene Monitoring Systems” (HMS) que utilizam técnicas de Bioluminescência baseadas na determinação do ATP (adenosina tri-fosfato), têm se mostrado muito eficientes. A grande vantagem dessa técnica é o fato dela fornecer resposta durante o processamento (MURPHY et al., 1998).

A técnica de ATP-Bioluminescência tem sido usada pelas indústrias de alimentos e dentre elas, a indústria de laticínios, para se avaliar a eficiência dos procedimentos de higienização e a presença de resíduos nas linhas de processamento (GRIFFITHS, 1993). Essa técnica também foi utilizada por Marques (2007) para avaliar o processo de higienização de tanques de resfriamento de leite.

A avaliação do procedimento de higienização de uma indústria de laticínios por meio da técnica de ATP-Bioluminescência e a comparação com aquela que emprega a contagem em placas, não apresentam concordância. Porém, a mesma pode ser utilizada como indicadora de boas condições de limpeza e também possibilidade de adesão microbiana e formação de biofilmes. Sendo assim, para se obter melhores resultados, recomendam-se mais de uma análise na superfície avaliada (COSTA, 2001).

A técnica consiste da remoção do ATP, seja de origem microbiana ou não, da superfície por meio de um “swab” esterilizado. Em seguida, ele é colocado em uma solução contendo o complexo luciferina–luciferase. Utilizando a energia química contida na molécula de ATP, a enzima luciferase promove a descarboxilação oxidativa da luciferina, o que provoca a emissão de luz, sendo que cada ATP é responsável pela emissão de um fóton de luz. Assim, é obtida uma relação entre a quantidade de ATP na superfície e a quantidade de luz emitida. Para se medir a luz emitida, utiliza-se de fotômetros, sendo que os resultados são dados usualmente em unidades relativas de luz. Dentre as vantagens apresentadas pela técnica do ATP-Bioluminescência pode-se citar: rapidez na obtenção dos resultados, identificação de problemas higiênicos antes do início do processamento, fácil aplicação e pouca

utilização de laboratório (COSTA, 2001). Assim, é possível avaliar e corrigir eventuais falhas no sistema de higienização e evitar grandes perdas de leite e produtos.

3 – OBJETIVOS

3.1 – Geral

Avaliar as condições higiênico-sanitárias do ambiente e das superfícies de processamento de uma unidade produtora de queijo Canastra por meio da técnica de ATP-Bioluminescência e propor um procedimento de higienização que contribua para a segurança e melhoria desse sistema de produção.

3.2 – Específicos

- I. Selecionar uma unidade produtora de queijo artesanal da região da Canastra por meio de questionário próprio que atenda à Legislação.
- II. Conhecer o nível de contaminação microbiológica das superfícies de contato com o leite e com o queijo antes da implantação do procedimento higienização proposto.
- III. Empregar a técnica de ATP-Bioluminescência como alternativa para se avaliar o nível de contaminação microbiológica em água, superfícies de contato e ambiente de processamento no período mais crítico do ano;
- IV. Observar o comportamento da técnica de ATP-Bioluminescência nessas condições de trabalho;
- V. Avaliar a influência das estações do ano nas condições higiênico-sanitárias nessa atividade de produção; e

- VI. Propor e avaliar um sistema de higienização para uma unidade produtora de queijo artesanal da Canastra nas quatro estações do ano.
- VII. Correlacionar e comparar a técnica de ATP-Bioluminescência com a metodologia de referência.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Localização

O trabalho foi realizado em uma queijaria artesanal localizada no município de Medeiros, situado na região da Serra da Canastra, no estado de Minas Gerais.

4.2 – Aplicação de questionário

Foi aplicado um questionário, não estruturado (Anexo A), a produtores de queijo artesanal do município de Medeiros, Região da Serra da Canastra, visando conhecer o nível de entendimento desses em relação às técnicas de higienização, mais precisamente: limpeza, sanitização, utilização de detergentes e sanitizantes, relação da higienização com a segurança alimentar, relação da higienização com a viabilidade econômica da atividade produtiva. A partir das avaliações dos questionários e das condições “in loco”, elegeu-se aquela que apresentou melhores condições gerais e concordância do proprietário em conduzir o experimento.

4.3 – Escolha da queijaria

A escolha foi realizada em função de critérios estabelecidos em um questionário, apresentando boas características de instalação, higiene e representar o processo tradicional do queijo, além de já contar com o controle zootécnico fornecido pela assessoria da EMATER - MG (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - Minas Gerais).

4.4 – Identificação dos pontos de amostragem

Os pontos de amostragem foram escolhidos conhecendo-se o fluxo de produção da queijaria escolhida, e com base nas visitas e aplicação do questionário em todas as outras queijarias.

4.5 – Desenho experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições.

Os resultados foram avaliados por meio de análise descritiva (processo tradicional e no comparativo entre o métodos tradicional e ATP-Bioluminescência), de análise descritiva e análise de variância seguida pelo teste de Tukey (técnica de ATP-Bioluminescência). Utilizou-se o software Sisvar® (FERREIRA, 1999) para o tratamento dos dados.

4.6 - Condições microbiológicas antes e após a implantação do procedimento proposto

Visando conhecer as condições microbiológicas das superfícies, utensílios e água utilizados na queijaria selecionada para a produção do queijo Minas artesanal, optou-se pela avaliação no verão, visto ser a estação do ano com maior intensidade de calor e precipitações, portanto mais propícia às contaminações. Assim, antes de se iniciar a aplicação do procedimento proposto, foram realizadas 4 amostragens em cada ponto selecionado, tanto pela técnica de ATP–Bioluminescência quanto pela técnica tradicional. Após avaliação das condições higiênico sanitárias da queijaria nos pontos selecionados como mais críticos, foi proposto um procedimento para implantação imediata na queijaria, que foi acatado e bem recebido pelo proprietário, que adquiriu os produtos e foi orientado na forma de aplicação dos mesmos.

Posteriormente, após o início da aplicação do procedimento proposto de higienização, foram realizadas, em cada ponto de amostragem selecionado, 4 avaliações (repetições) nas quatro estações do ano. Todas as amostragens foram realizadas imediatamente antes do início da fabricação dos queijos.

As metodologias utilizadas nas avaliações são descritas em seguida.

4.6.1 – Metodologia para avaliação das condições microbiológicas das superfícies e utensílios pelo método tradicional.

Para essa avaliação, seguiu-se a metodologia proposta por (ANDRADE et al., 2008), onde foram utilizados swabs esterilizados e mantidos em solução diluente à base de água peptonada. A técnica consistiu em friccionar o swab na superfície dos pontos selecionados, com a utilização de um molde que delimitou a área amostrada em 100cm². O swab foi aplicado com pressão constante, em movimentos giratórios, numa inclinação aproximada de 30°, descrevendo movimentos da esquerda para a direita inicialmente e depois de baixo para cima. O diluente foi então plaqueado em

ágar PCA a 35°C/48h, com o objetivo de determinar de mesófilos aeróbios e o resultado expresso em UFC.cm⁻² de superfície. Nos pontos onde não foi possível a utilização do molde de 100cm² devido ao tamanho e forma, a amostragem foi estimada.

4.6.2 – Metodologia para avaliação das condições microbiológicas das superfícies e utensílios pelo método de ATP-Bioluminescência.

Empregou-se um luminômetro modelo AccuPoint Hygiene Monitor 9600, marca Neogen Corporation[®] fabricado no Canadá e swab compatível com o equipamento fornecidos pelo mesmo fabricante. Adotou-se a recomendação do fabricante do luminômetro na avaliação do processo de sanitização, ou seja, áreas de 10 cm x 10 cm (100 cm²). As áreas escolhidas foram adjacentes à utilizada nas amostragens pelo método tradicional. Nos pontos onde não foi possível a utilização do molde de 100cm² devido ao tamanho e forma, a amostragem foi estimada.

O luminômetro fornece em sua escala de leitura valores de URL (unidades relativas de luz) e classifica os resultados obtidos das leituras no display em 3 faixas: aceitável, duvidosa e inaceitável. A sugestão do fabricante para classificação é:

1. Até 150 URL: aceitável;
2. De 151-300 URL: faixa intermediária, onde o processo de sanitização pode não estar adequado; e
3. Acima de 300 URL: inaceitável.

É importante observar que esses valores podem ser alterados de acordo com as características de processamento e com o nível desejado de sanitização. Optou-se por manter a escala sugerida.

4.6.3 – Metodologia para avaliação das condições microbiológicas da água utilizada na produção do leite e no interior da queijaria pelo método de ATP-Bioluminescência.

Seguiu-se a mesma metodologia adotada para a avaliação das superfícies e utensílios (ANDRADE, 2008), diferenciando-se na utilização de swab apropriados para água. Assim como nas superfícies, as amostragens também foram realizadas imediatamente antes do início do processamento.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal da Canastra

A Figura 6 apresenta o fluxograma utilizado na produção do queijo Minas artesanal, compreendendo as etapas de obtenção do leite, transferência para o interior da queijaria e elaboração do produto.

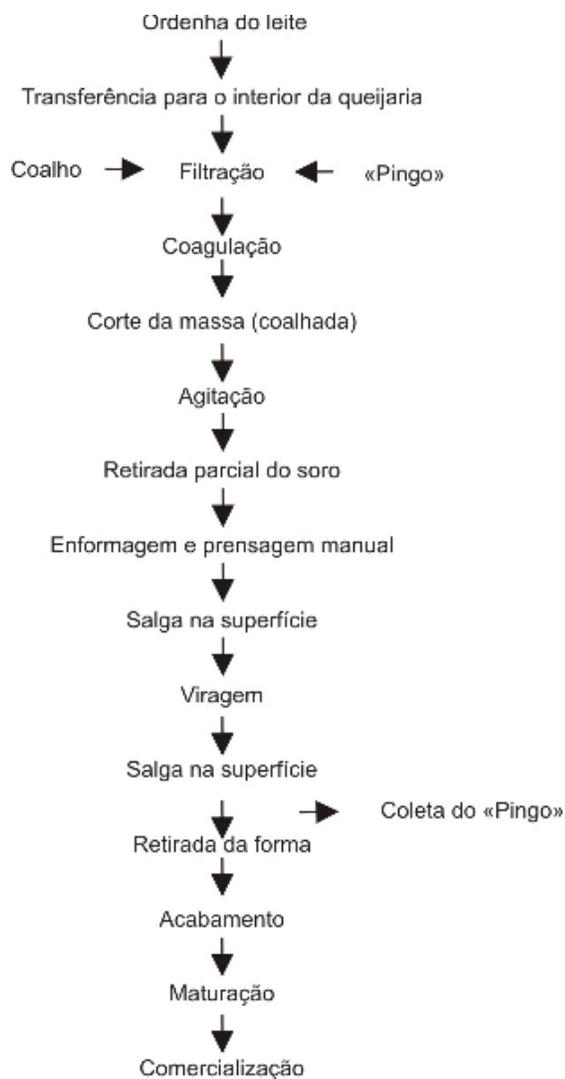


Figura 6 – Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal da Canastra.

5.2 - Pontos de amostragem indicados após seleção da queijaria

Os pontos identificados como críticos e, portanto, a serem avaliados estão apresentados no Quadro 3, seguidos dos seus respectivos códigos.

Quadro 3 – Pontos de amostragem e seus respectivos códigos de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra.

Latão de leite do equipamento de ordenha	LEO
Teteira 1	T1
Teteira 2	T2
Teteira 3	T3
Teteira 4	T4
Entrada da tubulação de transferência do leite	ETL
Saída da tubulação de transferência do leite	STL
Tanque de produção	TP
Mesa de enformagem e prensagem	MEP
Prateleira de maturação	PM
Forma	F
Mão do manipulador	MP
Água utilizada na sala de ordenha	SO
Água utilizada no interior da queijaria	IQ

5.3 – Avaliação do procedimento de higienização empregado na unidade de produção do queijo Minas artesanal da Serra da Canastra antes da implantação do procedimento proposto.

Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários informaram que o proprietário da queijaria e os responsáveis pela obtenção do leite e pela produção dos queijos tinham conhecimento sobre a importância das boas práticas agropecuárias e de uma boa higienização para a obtenção de produtos de qualidade, e que esses não transmitam doenças de origem alimentar, pois já haviam realizado vários treinamentos que tratavam do assunto. No entanto, durante as visitas, observou-se o contrário, falta de conhecimento sobre as técnicas adequadas de limpeza quanto da sanitização.

A água utilizada na produção do leite, ou seja, na sala de ordenha e mediações, era obtida de uma nascente na própria propriedade e não sofria nenhum tipo de tratamento. Já a água utilizada no interior da queijaria, também obtida da nascente, passava pela filtragem em areia, seguido de desinfecção com $\text{Cl}_2\text{Na}(\text{NCO})_3$ dicloro-s-triazinatriona sódica (composto clorado orgânico), sem contudo, haver um procedimento para se avaliar o nível de cloro ativo da água.

O procedimento utilizado para higienização do equipamento de ordenha consistia em lavagem com água, a temperatura ambiente, seguido da aplicação de detergente alcalino, um enxágue intermediário e posterior aplicação de solução clorada. A aplicação dos produtos era realizada por meio da utilização de equipamento automático (batedor) próprio para este tipo de ordenhadeira (sistema “balde ao pé”).

Havia higienização de algumas partes desmontáveis de forma manual, usando-se para isso solução clorada. O latão de leite do equipamento de ordenha e a tubulação de transferência do leite do curral para o interior da queijaria eram higienizados por um “CIP” (clean-in-place), ou seja, era realizado um pré-enxágue com água a temperatura ambiente, seguido da circulação de uma solução clorada, também a temperatura ambiente. A circulação da solução clorada era obtida com o auxílio de uma bomba centrífuga sanitária. Posteriormente, a higienização do latão era completada manualmente com solução a base de composto clorado orgânico.

No interior da queijaria, o procedimento de higienização utilizado consistia simplesmente em lavagem com água a temperatura ambiente, seguido da utilização de solução a base de composto clorado orgânico para todos os equipamentos e utensílios, pisos, paredes.

Todos os procedimentos, tanto na obtenção do leite quando na queijaria, eram realizados imediatamente após o término da utilização dos equipamentos.

Observou-se que a solução clorada estava sendo utilizada com a função “detergente”, sem periodicidade para aplicação dos produtos. Não havia a utilização da etapa ácida de forma regular, dentre várias outras falhas. De uma forma geral, percebeu-se que eram desconhecidas por todos os envolvidos na produção dos queijos as técnicas de limpeza e sanitização.

5.4 - Avaliação das condições microbiológicas antes da implantação do procedimento proposto pela técnica de ATP – Bioluminescência.

O Quadro 4 apresenta as médias de unidades relativas de luz (URL) obtidas pelo método de ATP–Bioluminescência antes da aplicação do procedimento higienização proposto.

Quadro 4 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) na avaliação da unidade produtora de queijo artesanal da Canastra no verão antes da implantação do procedimento proposto.

Pontos de amostragem	URL
Latão de leite do equipamento de ordenha	5,00
Teteira 1	5,00
Teteira 2	5,00
Teteira 3	5,00
Teteira 4	5,00
Entrada da tubulação de transferência do leite	4,81
Saída da tubulação de transferência do leite	3,15
Tanque de produção	4,01
Mesa de enformagem e presagem	4,51
Prateleira de maturação	3,94
Forma	2,62
Mão do manipulador	4,43

Os dados obtidos demonstram que, no verão, 100% das avaliações foram classificadas como inaceitável, ou seja, apresentaram leituras superiores a (Log_{10}) > 2,18, indicando que os métodos utilizados de limpeza e sanitização não estavam sendo eficientes, representado um risco potencial tanto para a saúde dos consumidores quanto para a sustentabilidade da atividade produtiva. A literatura

subsidiaria esses resultados, pois não estavam sendo respeitados os parâmetros técnicos e funcionalidade de cada produto químico utilizado, a exemplo do cloro (HAYES,1993).

5.5 – Procedimentos de higienização propostos

Visando corrigir as falhas observadas nos métodos de higienização utilizados tanto na obtenção do leite quanto na produção dos queijos, foram propostos novos procedimentos de limpeza e sanitização para as instalações, superfície e água utilizada. Para isso, além dos aspectos técnicos, foi levado em consideração o aspecto social e econômico da atividade produtiva, principalmente no que se refere aos custos com produtos químicos e equipamentos. Procurou-se elaborar procedimentos que utilizassem as instalações e equipamentos já existentes, bem como a menor quantidade possível de produtos químicos. Além disso, a facilidade de compreensão e aplicação da técnica pelos produtores também foi considerada. Assim feito, o produtor se comprometeu a adquirir os produtos a serem usados na higienização.

5.5.1 - Equipamento de ordenha (sistema “balde ao pé”)

A higienização era feita imediatamente após o final da ordenha, de acordo com as seguintes recomendações:

- 1 - Efetuar o enxágue de cada unidade de ordenha com água morna (38°C a 43°C), passando água através das teteiras com a unidade em funcionamento. Após o enxágue, desligar o vácuo e enxaguar as demais superfícies;
- 2 - Conectar o equipamento de ordenha ao dispositivo de limpeza automático;
- 3 - Limpar com detergente alcalino: circular a solução de detergente alcalino à 70°C por 10 minutos;

4 – Realizar o enxágüe intermediário com água morna (38°C a 43°C), até remoção completa da solução de detergente alcalino;

*5 – Limpar com detergente ácido: circular a solução de detergente ácido à temperatura média (38°C a 43°C) por 10 minutos;

6 - Enxágüe intermediário com água morna (38°C a 43°C), até remoção completa da solução de detergente ácido;

7 – Sanitizar por meio da circulação da solução a base de composto clorado orgânico à temperatura ambiente por 10 minutos na concentração de 200 mg/L do princípio ativo e drenar completamente.

* Essa etapa deverá ser realizada de quatro em quatro dias.

Deve-se observar que as soluções alcalinas e ácidas devem ser utilizadas nas concentrações recomendadas pelos fabricantes.

Imediatamente antes do início da ordenha:

1 - Sanitização: Circular a solução a base de cloro orgânico à temperatura ambiente por 10 minutos na concentração de 200 mg/L do princípio ativo e drenar completamente.

5.5.2 - Tubulação de transferência do leite da sala de ordenha para a queijaria e do latão pertencente ao equipamento de ordenha

Para a higienização da tubulação de transferência do leite do curral para a queijaria, deve-se utilizar o sistema “CIP”. Para isso, utiliza-se o latão do equipamento de ordenha, uma bomba sanitária, a mesma utilizada para transferir o leite do curral para a queijaria, e a própria tubulação, constituindo um circuito fechado por onde ser circuladas as soluções de limpeza e sanitização.

Após a passagem do leite:

1 - Enxaguar com água morna (38°C a 43°C);

2 - Limpar com detergente alcalino: circular a solução de detergente alcalino à 70°C por 10 minutos;

3 – Realizar enxágue intermediário com água morna (38°C a 43°C) até remoção completa da solução de detergente alcalino;

* 5 – Limpar com detergente ácido: circular a solução de detergente ácido à temperatura média (38°C a 43°C) por 10 minutos;

6 - Realizar enxágue intermediário com água morna (38°C a 43°C) até remoção completa da solução de detergente ácido;

7 – Sanitizar por meio da circulação da solução a base de cloro orgânico à temperatura ambiente por 10 minutos na concentração de 200 mg/L do princípio ativo e drenar completamente; e

8 – Completar a limpeza do latão pertencente ao equipamento de ordenha manualmente, usando para isso detergente neutro, que deve ser esfregado até a completa remoção das sujidades.

Deve-se observar também que as soluções alcalinas e ácidas devem ser utilizadas nas concentrações recomendadas pelos fabricantes.

Todos os dias antes da passagem do leite:

1 – Sanitizar por meio da circulação da solução a base de cloro orgânico à temperatura ambiente por 10 minutos na concentração de 200 mg/L do princípio ativo e drenar completamente.

5.5.3 - Água utilizada no interior da queijaria

Quando o nível da água estiver muito baixo, e for necessário encher a caixa novamente, proceder da seguinte maneira:

1 – Esvaziar completamente a caixa d'água;

2 – Encher completamente a caixa d'água até a marca de 1000 litros;

3 – Adicionar 2 pastilhas de $\text{Cl}_2\text{Na}(\text{NCO})_3$ dicloro-s-triazinatriona sódica (cloro orgânico) e aguardar por 30 minutos; e

4 – Todos os dias antes de iniciar a produção, verificar o teor de cloro ativo por meio da utilização do “kit teste” apropriado.

5.5.4 - Utensílios, mesas, formas e tanque de produção

Imediatamente após a produção

- 1 – Enxaguar com água à temperatura ambiente;
- 2 – Esfregar detergente neutro na concentração recomendada pelo fabricante até remoção das sujidades;
- 3 - Enxaguar com água à temperatura ambiente; e
- 4 – Passar solução sanitizante à base de cloro orgânico à concentração de 150 mg/L do princípio ativo à temperatura ambiente.

Imediatamente antes de iniciar uma produção:

- 1 – Passar solução sanitizante a base de cloro orgânico à concentração de 150 mg/L do princípio ativo à temperatura ambiente e drenar completamente.

Deve-se observar que para as formas, uma vez por semana deverá ser feita uma limpeza com solução detergente ácida, aplicando-se o produto por imersão, assim, deve-se preparar a solução na concentração recomendada pelo fabricante e a temperatura ambiente, e mergulhar completamente, deixando-as imersas por 4 horas. Em seguida, se necessário, esfregar com o auxílio de uma escova até a completa remoção dos resíduos aderidos. Para esta operação, o manipulador deverá utilizar luvas de proteção.

5.5.5 – Pisos

- 1 – Após a produção, limpar com detergente neutro para uso geral; e
- 2 – Espalhar um pouco de solução do sanitizante a base de cloro orgânico à concentração de 150 mg/L do princípio ativo à temperatura ambiente.

Deve-se observar que para esta operação, utilizam-se as soluções preparadas para a realização dos outros procedimentos.

5.5.6 – Paredes

1 – Quando houver a presença de mofos, aspergir (utilizando o equipamento aspersor manual) solução sanitizante solução a base de cloro orgânico à concentração de 150 mg/L do princípio ativo à temperatura ambiente, por toda a superfície contaminada. Em seguida, abrir a porta e a janela da queijaria a fim de se permitir completa ventilação do local.

5.5.7 – Manipulador

Imediatamente antes de iniciar uma produção:

- 1 - Lavar as mãos e ante braços com detergente neutro; e
- 2 - Passar a solução sanitizante à base de digluconato de clorexidina na concentração recomendada pelo fabricante, à temperatura ambiente, não sendo necessário enxaguar.

Deve-se observar que todas as vezes que o manipulador deixar a queijaria ou tiver contato com utensílios e equipamentos que não foram sanitizados, repetir o procedimento.

5.5.8 – Prateleiras de maturação

O manipulador deve estar atento e observando as condições higiênicas das prateleiras de madeira utilizadas para a maturação dos queijos. Quando necessário, proceder da seguinte maneira:

- 1 - Esfregar detergente neutro com a ajuda de uma escova e enxaguar;
- 2 – Passar solução sanitizante à base de hipoclorito de cálcio à concentração de 150 mg/L do princípio ativo à temperatura ambiente; e
- 3 – Deixar secar em local ventilado.

5.5.9 - Recomendações gerais:

Visando complementar o processo proposto, foi sugerido também:

- A solução de hipoclorito de cálcio de uso geral (10 litros) deve ser preparada diariamente antes do início da produção, não devendo ser aproveitada no dia seguinte. O volume que sobrar deve ser usado na sanitização dos pisos e paredes;
- Em dias chuvosos, caso as duas pastilhas de desinfetantes não sejam suficientes para atingir o nível de cloro ativo desejado, adicionar uma terceira;
- A manipulação dos produtos alcalinos e ácidos deve ser feita com cautela, evitando-se o contato manual, e sempre com a utilização de luvas protetoras;
- Os materiais de higienização utilizados devem ficar em local apropriado, fora da área de produção, livre de umidade e de luz, acondicionados em suas embalagens de origem; e
- A solução sanitizante utilizada no curral nunca deve ser reaproveitada na queijaria.

5.6 - Avaliação das condições microbiológicas das superfícies pela técnica de ATP–Bioluminescência, nas quatro estações do ano, após a implantação do procedimento de higienização proposto

O Quadro 5 apresenta as médias de unidades relativas de luz (URL) obtidas pelo método de ATP-Bioluminescência após aplicação dos procedimentos e implantação dos mesmos nas quatro estações do ano.

Quadro 5 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) na avaliação da unidade produtora de queijo artesanal da Canastra no após a implantação do procedimento proposto.

Pontos de amostragem	URL			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Latão de leite do equipamento de ordenha	3,15	2,49	2,30	3,07
Teteira 1	4,06	2,05	2,21	2,76
Teteira 2	3,91	2,24	2,07	2,74
Teteria 3	4,68	2,40	2,24	3,18
Teteira 4	4,63	2,32	2,29	3,18
Entrada da tubulação de transferência do leite	2,16	2,10	2,12	2,51
Saída da tubulação de transferência do leite	2,18	1,85	1,81	2,17
Tanque de produção	2,76	2,47	2,73	2,61
Mesa de enformagem e presagem	4,60	4,77	4,71	4,30
Prateleira de maturação	4,92	4,35	4,29	4,28
Forma	2,89	3,36	3,09	2,33
Mão do manipulador	2,52	2,72	2,59	2,52

Os resultados obtidos após avaliação inicial e implantação dos procedimentos propostos de higienização, ainda no verão, mostraram que 2 das 12, ou seja, 17% das avaliações foram consideradas aceitáveis, (Log_{10}) $\leq 2,18$, e 10 das 12 (83%) inaceitáveis.

No outono, 25% dos resultados obtidos classificaram o ponto amostrado em condições aceitáveis e 33% classificaram como duvidosa $2,18 < (\text{Log}_{10}) \leq 2,5$, sendo que os pontos de amostragem restantes (42%) foram classificados como estando em condições inaceitáveis, (Log_{10}) $> 2,5$.

As avaliações obtidas no inverno seguiram a mesma distribuição do outono, ou seja: 25% dos pontos amostrados em condições aceitáveis, 33% em condições duvidosas e 42% inaceitáveis.

Na primavera, apenas 8% dos resultados obtidos foram classificados como em condições aceitáveis e 8% classificaram como duvidosa. Todas as outras avaliações foram classificadas como inaceitáveis.

As condições climáticas, principalmente a temperatura, influenciam de forma expressiva o desenvolvimento microbiano (ROBINSON, 2002).

A Figura 7 apresenta a Classificação dos resultados obtidos para as leituras dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) para cada estação do ano antes, ou seja, avaliação inicial, e após implantação dos procedimentos de higienização propostos.

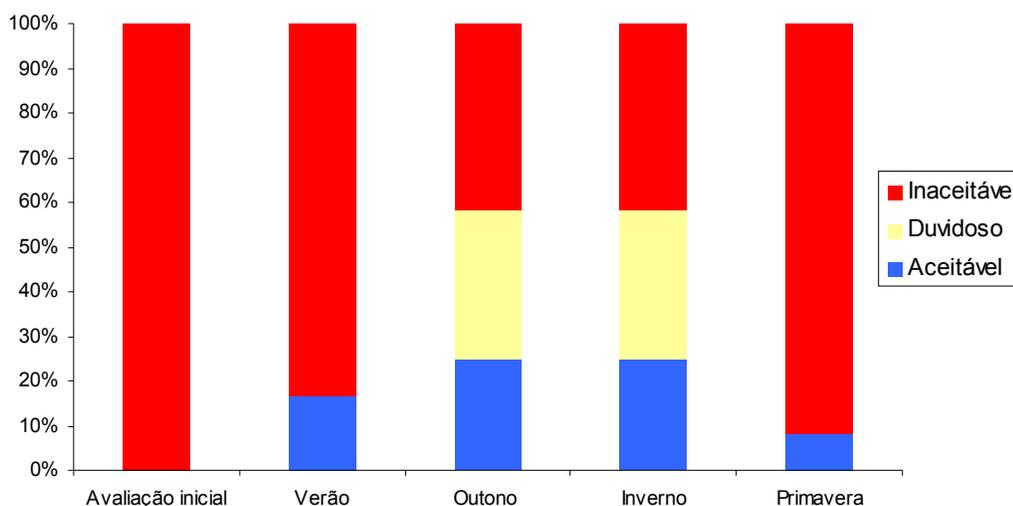


Figura 7 – Percentual de condições higiênicas encontradas em um unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, avaliadas nas quatro estações do ano após a implantação dos procedimentos de higienização propostos e antes da implantação, na estação do verão.

Quando se analisa as leituras obtidas em cada ponto de amostragem após a implantação dos procedimentos de limpeza e sanitização, percebe-se que: 100% dos resultados indicaram o manipulador, a mesa de enformagem e prensagem, bem como a prateleira de maturação em condições inaceitáveis de utilização para

produção do queijo Minas artesanal, independentemente das estações do ano e do procedimento de higienização adotado, apesar de ter havido alguma melhoria, como pôde ser observado nas médias apresentadas no Quadro 5. Isso se deve muito possivelmente em virtude das características das superfícies desses pontos. A mesa de prensagem e enformagem são feitas de mármore.

As superfícies dos mármore são consideradas menos compactas devido à sua dureza relativamente baixa. Possuem vulnerabilidade ao desgaste físico e reações químicas, com grande sensibilidade a agentes ácidos e alcalinos, o que pode acarretar o surgimento de manchas e danos na superfície (ANDRADE, 2008). A presença de ranhuras, fendas e depressões podem alojar microrganismos que dificultam o processo de higienização (ANDRADE, 2008; BOWER et al., 1996). Na literatura são encontradas referências relacionado as superfícies utilizadas no processamento de alimentos à adesão microbiana e formação de biofilmes (O'TOOLE et al., 2000; HOOD & ZOTTOLA, 1995; ZOTTOLA, 1994). As características das superfícies influenciam de forma significativa o desenvolvimento de biofilmes microbianos (DENYER et al., 1993). O mesmo raciocínio pode ser utilizado para a madeira.

Para os manipuladores, era esperada a obtenção de leituras elevadas. Isso se deve muito possivelmente à micro topografia da pele. Além disso, devido às características do processo produtivo, o manipulador responsável pela elaboração dos queijos em alguns momentos deixa a área restrita da queijaria para manipular outros objetos ou até mesmo dentro da própria queijaria ele toca com as mãos em superfícies que não foram sanitizadas.

Os resultados obtidos para o latão do equipamento de ordenha indicaram que em 25% das amostragens realizadas, essa superfície estava em condições duvidosas e 75% em condições inaceitáveis.

As teteiras 1 e 2 apresentaram 25% das amostragens em condições aceitáveis, 50% em condições duvidosas e 50% em condições aceitáveis. As teteiras 3 e 4 apresentaram 50% das amostragens em condições duvidosas e 50% em condições inaceitáveis. O conjunto desses pontos caracteriza o setor de produção do leite, ou seja, ordenha. Nota-se que houve uma significativa melhoria nos resultados, considerando que antes da aplicação do procedimento, 100% as avaliações consideraram esses pontos em condições inaceitáveis. Esses pontos ficam

dentro da sala de ordenha, próximo ao curral onde se encontram os animais, o que dificulta a eficiência da higienização, considerando ainda a alta sensibilidade do método de ATP-Bioluminescência.

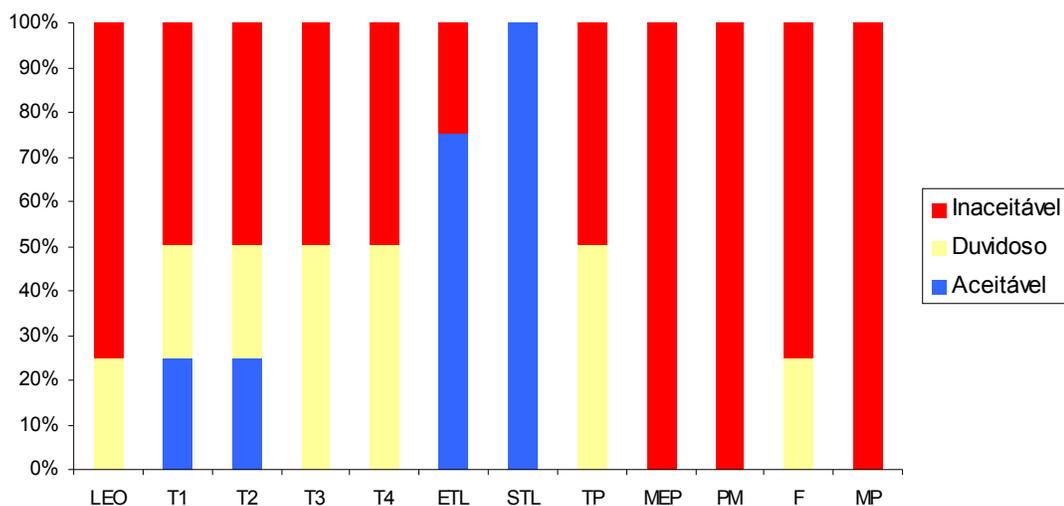
Os pontos entrada e saída da tubulação de transferência do leite para a queijaria foram os que apresentaram melhores resultados. Classificados em respectivamente, condições inaceitáveis antes da aplicação do procedimento, apresentaram 75% e 100% das avaliações em condições aceitáveis após a implantação do procedimento de higienização. Isso se deve muito possivelmente à aplicação do método de limpeza por circulação (CIP). O alto grau de turbulência gerado no interior da tubulação, quando da circulação das soluções, facilita a remoção das sujidades e microrganismos aderidos, além de permitir um maior controle do tempo de aplicação dessas soluções (LELIEVELD et al., 2003).

O tanque de produção apresentou 50 % das avaliações em condições duvidosas e 50% em condições inaceitáveis. Já as formas apresentaram 25% das amostragens em condições duvidosas e 75% em condições inaceitáveis.

O tanque de produção e as formas são constituídos de polipropileno. Que está entre os materiais mais populares em indústrias alimentícias, uma vez que tem sido usado em fabricação de tanques, tubulações, acessórios e superfícies envolvidas no preparo de alimentos (POMPERMAYER & GAYLARDE, 2000). Esse tipo de material possui ranhuras e fendas que possibilitam a adesão e formação de biofilmes microbianos que produzem ATP, elevando o nível de leitura em URL durante a amostragem. Além disso, também facilita a adesão de resíduos de leite, o que contribui para a elevação do nível de ATP. Existe relação direta entre a quantidade de resíduos de leite e o nível de URL (NIZA-RIBEIRO et al., 2000).

Nas avaliações durante outono, percebeu-se a presença de incrustações nessas superfícies, sendo em maior quantidade nas formas. Ele é constituído pela transferência de massa do leite que está sendo escoado para a superfície, ocorrendo até mesmo onde não há tratamento térmico. A presença de incrustações pode ainda favorecer a adesão e o desenvolvimento de microrganismos alteradores e patogênicos, o que reduz o valor econômico e a segurança alimentar dos produtos e contribuir para a formação de pontos de corrosão (SANTOS & CHELLINE, 2009). Em virtude disso, optou-se por uma etapa ácida para as formas a fim de remover e prevenir a formação das citadas incrustações.

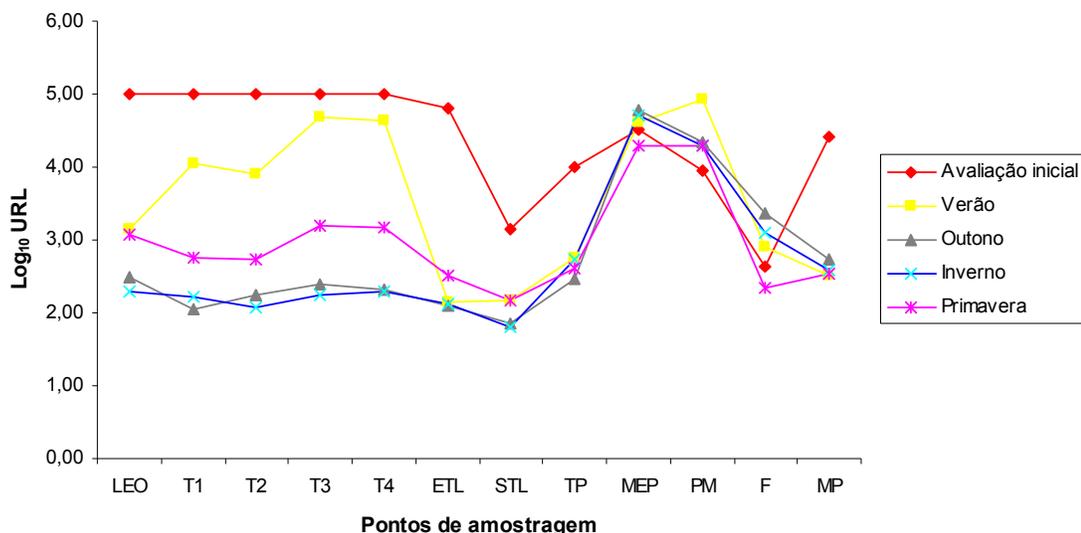
A Figura 8 apresenta a classificação dos resultados obtidos para as leituras de logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) por ponto amostrado.



LEO - Latão de leite do equipamento de ordenha	TP - Tanque de produção
T1 - Teteira 1	MEP - Mesa de enformagem e prensagem
T2 - Teteira 2	PM - Prateleira de maturação
T3 - Teteira 3	F - Forma
T4 - Teteira 4	MP - Mão do manipulador
ETL - Entrada da tubulação de transferência do leite	SO - Água utilizada na sala de ordenha
STL - Saída da tubulação de transferência do leite	IQ - Água utilizada no interior da queijaria

Figura 8 – Percentual de condições higiênicas dos pontos de amostragem das instalações e equipamentos de uma unidade produtiva de queijo Minas artesanal da Região da Canastra, medidas em logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL).

A Figura 9 apresenta os logaritmos decimais (Log_{10}) Unidades Relativas de Luz (URL), das médias de cada ponto de amostragem em função das estações do ano.



LEO - Latão de leite do equipamento de ordenha	TP - Tanque de produção
T1 - Teteira 1	MEP - Mesa de enformagem e prensagem
T2 - Teteira 2	PM - Prateleira de maturação
T3 - Teteira 3	F - Forma
T4 - Teteira 4	MP - Mão do manipulador
ETL - Entrada da tubulação de transferência do leite	SO - Água utilizada na sala de ordenha
STL - Saída da tubulação de transferência do leite	IQ - Água utilizada no interior da queijaria

Figura 9 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, obtidos no verão, antes da implantação do procedimento de higienização proposto e nas quatro estações do ano, após a implantação do procedimento.

Pode-se observar que, na avaliação inicial no período do verão, antes da aplicação do procedimento de higienização proposto, foram obtidos os maiores

valores de URL. Posteriormente, mesmo após a aplicação dos procedimentos, o verão foi o período do ano onde se verificou os maiores valores de URL para a maioria dos pontos de amostragem. O outono e o inverno apresentaram os menores valores de URL e a primavera ficou em uma posição intermediária.

Pode-se observar na Figura 9, que há uma forte indicação da interferência da microestrutura das superfícies de equipamentos e utensílios nos resultados. Os pontos mesa de enformagem e prensagem (MEP), prateleira de maturação (PM) e formas (F) apresentaram tendência aos mesmos resultados, independentemente do procedimento de higienização e das estações do ano.

O Quadro 6 apresenta o resultado simplificado da análise de variância dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL), referente às médias de cada ponto de amostragem em função das estações do ano e também na avaliação antes da aplicação do procedimento proposto.

Quadro 6 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da região da Serra da Canastra, obtidos por avaliação antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto durante as quatro estações do ano.

Pontos de amostragem	Avaliação inicial	Verão	Outono	Inverno	Primavera
LEO	5,00c	3,15b	2,49ab	2,30a	3,07ab
T1	5,00b	4,06b	2,05a	2,21a	2,76a
T2	5,00c	3,91bc	2,24a	2,07a	2,74ab
T3	5,00b	4,68b	2,40a	2,24a	3,18a
T 4	5,00c	4,63c	2,32a	2,29a	3,18b
ETL	4,81b	2,16a	2,10a	2,12a	2,51a
STL	3,15b	2,18a	1,85a	1,81a	2,17a
TP	4,01b	2,76a	2,47a	2,73a	2,61a
MEP	4,51a	4,60a	4,77a	4,71a	4,30a
PM	3,94a	4,92a	4,35a	4,29a	4,28a
F	2,62a	2,89a	3,36a	3,09a	2,33a
MP	4,43b	2,52a	2,72a	2,59a	2,52a

* Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p>0,05$).

O ponto de amostragem LEO apresentou diferença ($p < 0,05$) nos resultados comparando-se antes e depois da aplicação do procedimento de limpeza e sanitização proposto. Após a implantação do procedimento de higienização, não houve diferença ($p > 0,05$) entre o verão, outono e primavera, porém houve diferença ($p < 0,05$) entre o verão e o inverno, indicando que a temperatura mais elevada influencia no aumento de URL.

Para os pontos de amostragem T1 e T3 não houve diferença ($p > 0,05$) antes e depois da implantação do procedimento somente no verão, porém houve diferença ($p > 0,05$) entre os resultados obtidos antes e após a aplicação do procedimento nas estações do outono, inverno e primavera. Não houve diferença ($p > 0,05$) antes e depois da implantação do procedimento no verão para o ponto T2, mas a diferença foi significativa quando se contrasta os resultados de antes e depois com as demais estações do ano. A mesma análise relativa ao ponto T2 é válida para o ponto T4.

A análise dos resultados para o ponto de amostragem ETL, STL, TQ e MP, demonstra que houve diferença ($p < 0,05$) nas médias obtidas antes e depois da implantação do procedimento proposto de higienização em cada ponto para todas as estações. Após a implantação, os valores obtidos não diferiram ($p > 0,05$) entre as estações.

A implantação dos procedimentos de limpeza e sanitização não provocaram diferença ($p < 0,05$) nos pontos MEP, PM e F. Isso se deve muito possivelmente às características construtivas desses pontos de amostragem. Isso vem confirmar a análise descritiva realizada anteriormente, quando esses pontos, que são constituídos de mármore, madeira e polipropileno, apresentaram as maiores médias de leituras em Log_{10} das URL obtidas.

Os resultados da análise de variância reforçam as impressões obtidas por meio da análise descritiva dos dados. A adoção do procedimento correto de higienização influencia as condições microbiológicas das superfícies de processamento (Hayes, 1993). A influência determinante das características das superfícies nos resultados obtidos também fica evidenciada, uma vez que os pontos MEP (construído em mármore), PM (construída em madeira) e F (construída em polipropileno) não diferiram ($p > 0,05$) entre antes e depois da adoção do método de higienização proposto.

5.7 - Avaliação das condições microbiológicas das superfícies pelo método tradicional, nas quatro estações do ano, após a implantação do procedimento de higienização proposto

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas podem ser vistos no Quadro 7.

Quadro 7 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}), em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da região da Serra da Canastra, obtidos por avaliação antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto durante as quatro estações do ano.

Pontos de amostragem	Avaliação	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Latão de leite do equipamento de ordenha	4,83	1,97	1,54	3,30	2,97
Teteira 1	4,97	2,33	1,70	1,00	1,85
Teteira 2	3,77	2,63	1,70	2,23	1,60
Teteira 3	3,91	3,35	2,36	2,28	3,00
Teteira 4	4,88	2,89	1,85	2,65	2,94
Entrada da tubulação de transferência do leite	4,45	1,35	1,00	2,98	2,20
Saída da tubulação de transferência do leite	3,98	1,10	1,48	2,00	2,08
Tanque de produção	4,94	3,13	2,41	1,00	2,58
Mesa de enformagem e prensagem	3,80	2,33	2,60	3,09	2,90
Prateleira de maturação	4,42	2,78	3,26	3,00	3,27
Forma	4,83	2,48	2,59	3,08	3,16
Mão do manipulador	3,61	2,18	1,00	2,48	2,45

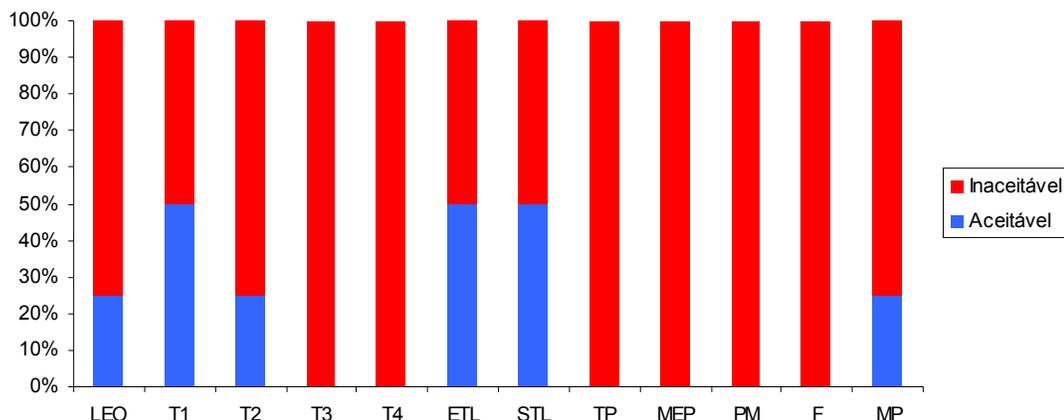
A Associação Americana de Saúde Pública (APHA) recomenda, para superfícies que entram em contato com alimentos, um limite de 2 UFC.cm^{-2} , ou 0,3 expressos como $\text{Log}_{10} \text{ UFC.cm}^{-2}$. Esse valor é considerado por muitos

pesquisadores como muito rigoroso (Andrade, 2008). Outros padrões como os da Organização Pan – Americana de Saúde (OPAS) e da Organização Mundial de Saúde (OMS) permitem valores de até 50 UFC.cm⁻², ou até 1,7 expressos como Log₁₀ UFC.cm⁻².

Adotando-se a recomendação da Organização Mundial de Saúde, verifica-se no Quadro 4 que 82% total de avaliações realizadas, antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto, consideraram os pontos de amostragem avaliados em condições insatisfatórias para a produção de alimentos.

Os resultados demonstraram que antes da adoção do procedimento de higienização recomendado, 100% das avaliações classificaram os pontos amostrados como em condições inaceitáveis, confirmando a necessidade de práticas corretas de limpeza e sanitização.

A Figura 10 apresenta a classificação dos resultados obtidos para as leituras expressas em (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}), referente às médias obtidas em cada ponto de amostragem após a adoção do procedimento de higienização proposto.



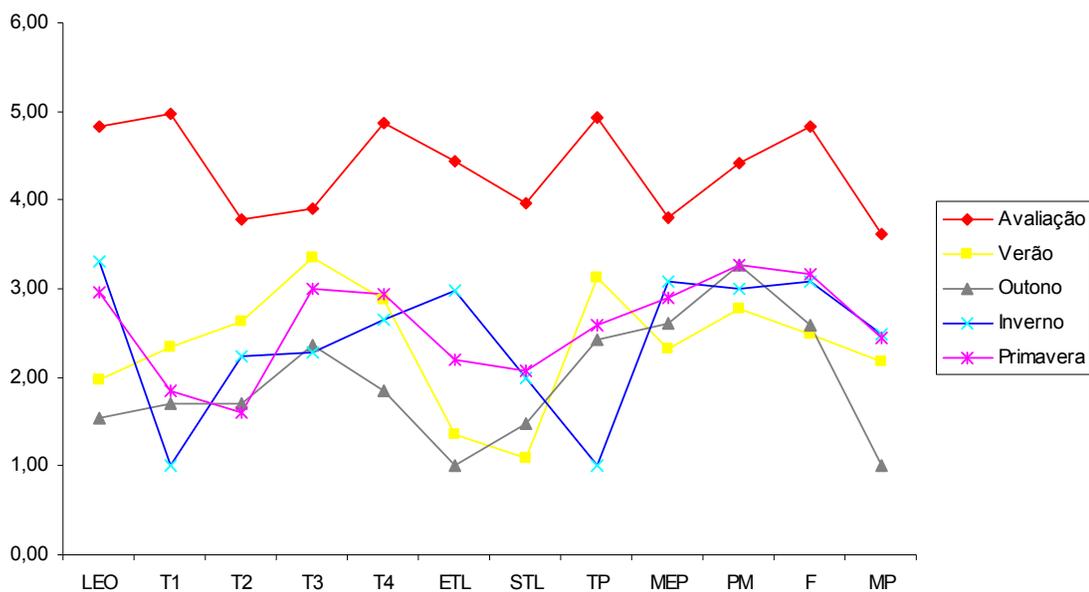
LEO - Latão de leite do equipamento de ordenha	TP - Tanque de produção
T1 - Teteira 1	MEP - Mesa de enformagem e prensagem
T2 - Teteira 2	PM - Prateleira de maturação
T3 - Teteira 3	F - Forma
T4 - Teteira 4	MP - Mão do manipulador
ETL - Entrada da tubulação de transferência do leite	SO - Água utilizada na sala de ordenha
STL - Saída da tubulação de transferência do leite	IQ - Água utilizada no interior da queijaria

Figura 10 – Percentual de condições higiênicas dos pontos de amostragem dos utensílios e equipamentos de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, medido em (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}), após a implantação do procedimento de higienização proposto.

Analisando-se os resultados obtidos para cada ponto de amostragem, pode-se observar que os pontos T1, T2, ETL e STL foram classificados como aceitáveis por 50% das avaliações. Os pontos LEO, TP e MP foram classificados em condições aceitáveis em 25% das amostragens. Todos os outros pontos, ou seja, T3, T4, MEP, PM e F foram considerados em condições insatisfatórias para produção de alimentos.

De um modo geral, as avaliações microbiológicas realizadas por meio da técnica tradicional em cada ponto de amostragem na produção do queijo Minas artesanal indicaram melhoria expressiva dos resultados após a implantação do método proposto para limpeza e sanitização. Todos os valores (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}) obtidos após a implantação procedimento proposto foram inferiores aos obtidos anteriormente, ou seja, antes da implantação do procedimento. Mesmo assim, os pontos de amostragem T3, T4, TP, MEP, PM e F apresentaram condições inaceitáveis em todas as estações do ano.

A Figura 11 apresenta as médias de Logaritmos decimais (Log_{10}) de Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}) de cada ponto de amostragem nas estações do ano.



LEO - Latão de leite do equipamento de ordenha	TP - Tanque de produção
T1 - Teteira 1	MEP - Mesa de enformagem e prensagem
T2 - Teteira 2	PM - Prateleira de maturação
T3 - Teteira 3	F - Forma
T4 - Teteira 4	MP - Mão do manipulador
ETL - Entrada da tubulação de transferência do leite	SO - Água utilizada na sala de ordenha
STL - Saída da tubulação de transferência do leite	IQ - Água utilizada no interior da queijaria

Figura 11 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}) em cada ponto de amostragem de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra, obtidos no verão, antes da implantação do procedimento de higienização proposto e nas quatro estações do ano, após a implantação do procedimento.

Observa-se na Figura 11 que todas as contagens microbianas obtidas após a implantação do procedimento de limpeza e sanitização proposto foram inferiores às obtidas na avaliação inicial, ou seja, antes da implantação do procedimento de

higienização proposto, indicando alguma melhoria, ainda que é muitos casos não se tenha alcançado o nível recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

5.8 – Estudo comparativo entre os métodos tradicional e de ATP–Bioluminescência

O estudo foi realizado por meio de análise descritiva dos dados obtidos por ambos os métodos. Os métodos tradicional e de ATP–Bioluminescência são utilizados para se avaliar a mesma coisa, ou seja, as condições higiênico-sanitárias das superfícies e instalações utilizadas para o processamento de alimentos, no entanto, possuem princípios totalmente diferentes (GRIFFITHS, 1993). Sendo assim uma das maneiras de se comparar os métodos é por meio de análise descritiva entre os resultados obtidos (MARPHY et al., 1998).

Para essa comparação de métodos foi organizado o Quadro 8, onde estão apresentados os resultados obtidos pelos métodos de ATP–Bioluminescência (ATP) e pelo método tradicional (UFC). Para o método de ATP, os valores coloridos de azul representam aqueles que foram classificados como aceitáveis ($\text{Log}_{10} \text{URL} \leq 2,18$), os de vermelho foram classificados como insatisfatórios ($\text{Log}_{10} \text{URL} > 2,18$). Para o método tradicional, os valores coloridos de azul foram classificados como aceitáveis ($\text{Log}_{10} \text{UFC.cm}^{-2} \leq 1,7$) e os coloridos de vermelho em condições higiênicas insatisfatórias ($\text{Log}_{10} \text{UFC.cm}^{-2} > 1,7$).

Quadro 8 – Valores médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) e das das Unidades Formadoras de Colônias (UFC.cm^{-2}) referente à cada ponto de amostragem antes e após a implantação dos procedimentos de higienização propostos na unidade produtora de queijo artesanal da Canastra nas quatro estações do ano.

Pontos de amostragem	Avaliação inicial		Verão		Outono		Inverno		Primavera	
	ATP	UFC	ATP	UFC	ATP	UFC	ATP	UFC	ATP	UFC
LEO	5,00	4,83	3,15	1,97	2,49	1,54	2,30	3,30	3,07	2,97
T1	5,00	4,97	4,06	2,33	2,05	1,70	2,21	1,00	2,76	1,85
T2	5,00	3,77	3,91	2,63	2,24	1,70	2,07	2,23	2,74	1,60
T3	5,00	3,91	4,68	3,35	2,40	2,36	2,24	2,28	3,18	3,00
T4	5,00	4,88	4,63	2,89	2,32	1,85	2,29	2,65	3,18	2,94
ETL	4,81	4,45	2,16	1,35	2,10	1,00	2,12	2,98	2,51	2,20
STL	3,15	3,98	2,18	1,10	1,85	1,48	1,81	2,00	2,17	2,08
TP	4,01	4,94	2,76	3,13	2,47	2,41	2,73	1,00	2,61	2,58
MEP	4,51	3,80	4,60	2,33	4,77	2,60	4,71	3,09	4,30	2,90
PM	3,94	4,42	4,92	2,78	4,35	3,26	4,29	3,00	4,28	3,27
F	2,62	4,83	2,89	2,48	3,36	2,59	3,09	3,08	2,33	3,16
MP	4,43	3,61	2,52	2,18	2,72	1,00	2,59	2,48	2,52	2,45

Houve concordância entre os métodos quando ambos avaliaram os pontos de amostragem antes da utilização do procedimento proposto de higienização, ou seja, em todos os casos, os dois métodos classificaram 100% dos pontos avaliados como em condições insatisfatória.

No verão, após ter início a adoção das novas práticas de limpeza e sanitização, também houve concordância entre os métodos, pois os pontos ETL e STL foram classificados como em condições aceitáveis pelos dois métodos e todos os outros pontos de amostragem avaliados foram considerados em condições inaceitáveis.

Não houve concordância entre os métodos no outono, uma vez que o método tradicional considerou os pontos LEO, T2 e MP em condições aceitáveis e o método de ATP-Bioluminescência considerou esses mesmos pontos em condições insatisfatórias, sendo portanto mais rigoroso.

Não houve concordância entre os métodos também no inverno. O método tradicional classificou os pontos T1 e TP como em condições satisfatórias, quando o outro método considerou esses mesmos pontos em condições insatisfatórias. Nos dois últimos casos, essa discrepância se deu de modo positivo, pois o método testado foi mais rigoroso que o tradicional. Ainda no inverno, o método de referência (tradicional) classificou os pontos T2, ETL e STL como em condições insatisfatórias e o método de ATP-Bioluminescência classificou esses mesmos pontos em condições aceitáveis. Nesse caso, a não concordância entre os métodos é preocupante, pois, no método de ATP-Bioluminescência aprovou um procedimento de higienização que foi considerado falho quando avaliado pelo método tradicional.

Na primavera não foi diferente, os métodos também não concordaram. O método testado, ou seja de ATP-Bioluminescência classificou o ponto de amostragem STL como em condições satisfatórias, diferentemente do método tradicional que classificou o mesmo ponto como estando em condições insatisfatórias em relação à higienização. Analisando ainda os resultados obtidos na primavera os métodos forneceram resultados contrastantes também para os pontos T2 e F.

Existem vários motivos que podem explicar a não concordância entre os métodos. O fato do método de ATP-Bioluminescência quantificar ATP de origem microbiana ou não, pode interferir de maneira significativa (LARSON et al., 2003). Outro fator a ser considerado é o limite de detecção desse método, que tem sido reportado na literatura como 10^2 UFC.cm⁻² (CORBITT et al., 2000; Davidson et al., 1999).

Estudos têm demonstrado haver variação considerável entre as leituras de ATP e UFC (GRIFFITH et al, 2000). MARENA et al, (2002) encontraram significativa correlação entre ATP e CFU em mãos, mesmo assim, menos de 1/3 dos pares comparativos entre ATP e UFC (limpo ou sujo) não concordaram. Esse é um parâmetro usado por (LARSON et al, 2003). MARPHY et al., (1998) avaliando as condições microbiológicas de quatro plantas de processamento de leite também encontrou discrepância entres o métodos, sugerindo que essa discrepância exista muito possivelmente pelo fato do método de tradicional ser mais sensível que o método de ATP-Bioluminescência quando o nível de ATP total é baixo e também

devido ao modo de avaliação, pois apesar de se avaliar áreas adjacentes, são áreas diferentes.

Os resultados obtidos neste trabalho são compatíveis com outros encontrados na literatura. COSTA (2001) avaliou comparativamente os métodos de ATP e tradicional antes e depois de realizada a higienização de vários pontos pertencentes a uma linha de processamento de leite, não obtendo concordância entre os métodos. SANTOS et al., (2009), avaliou a performance de sistemas de higienização em laticínios, comparando os métodos ATP e tradicional, não encontrando concordância entre os métodos.

Outra forma de se comparar os métodos é determinando-se qual o percentual de superfícies higienizadas atendem ambos os métodos. Isso aconteceu em 82% das avaliações, e não em 18% e considerando “duvidoso” como inaceitável.

A Figura 12 apresenta a correlação obtida entre os métodos tradicional e de ATP-Bioluminescência.

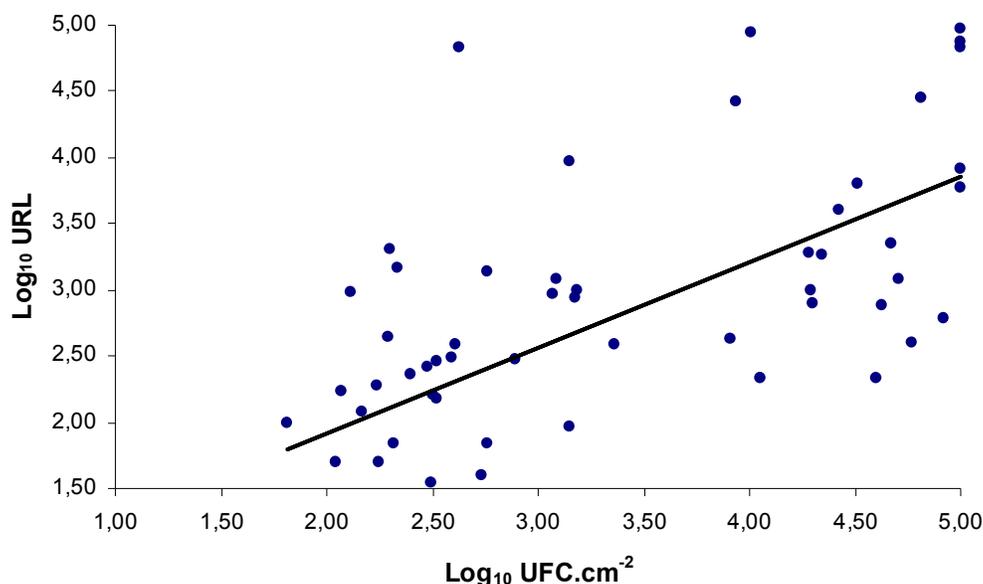


Figura 12 – Correlação entre os métodos tradicional e de ATP-Bioluminescência para avaliação das condições higiênicas de superfícies de uma unidade produtora de queijo Minas artesanal da Região da Serra da Canastra.

A análise de correlação mede o grau de associação entre duas variáveis aleatórias quantitativas, descrevendo o comportamento conjunto de ambas. Numa situação de comparação entre dois métodos de análise é desejável um coeficiente de correlação positivo e o mais próximo possível de 1. Isso demonstra que os dois métodos apresentam comportamento semelhante, facilitando a aceitação de que eles fornecem respostas equivalentes. No estudo em questão, o coeficiente de correlação de Pearson determinado foi de 0,65, indicando um moderado grau de associação entre os métodos. Apesar dos métodos apresentarem correlação positiva, eles não apresentam concordância quanto às faixas de classificação das condições da superfície avaliada, como discutido anteriormente. Os métodos de contagem padrão em placas (tradicional) e o método de ATP-Bioluminescência possuem princípios totalmente diferentes, sendo muitas as variáveis que influenciam nos resultados de cada um (LARSON et al., 2003).

5.9 - Avaliação das condições microbiológicas da água utilizada na produção do leite e da água utilizada no interior da queijaria pelo método de ATP-Bioluminescência.

Os quadros 9 e 10 apresentam as leituras obtidas pelo método de ATP-Bioluminescência para amostragens da água utilizada na sala de ordenha (SO) e no interior da queijaria (IQ).

Quadro 9 – Valores absolutos e médias dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) obtidos para a água utilizada na sala de ordenha, antes e após a implantação do procedimento de higienização proposto.

Repetição	Avaliação inicial	Verão	Outono	Inverno	Primavera
R1	1,94	2,26	0,00	0,00	2,74
R2	1,26	2,14	1,83	1,83	2,95
R3	2,49	2,32	1,78	1,78	2,32
R4	1,72	2,55	2,53	2,53	1,89
Média	1,85	2,32	1,53	1,53	2,47

Quadro 10 – Valores absolutos e médios dos logaritmos decimais (Log_{10}) das Unidades Relativas de Luz (URL) obtidos antes e após a implantação dos procedimentos de desinfecção de água proposto para a água utilizada no interior da queijaria.

Repetição	Avaliação	Verão	Outono	Inverno	Primavera
R1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99
R2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75
R3	0,00	2,32	0,00	0,00	1,38
R4	0,00	1,60	0,00	0,00	1,04
Média	0	1,96	0	0	1,54

Pode-se observar que os resultados obtidos para a água utilizada na sala de ordenha classificaram 65% dos valores como aceitável, ou seja, \log_{10} URL < 2,18 e 45% classificou como inaceitável. Para a água utilizada no interior da queijaria, 95% dos valores obtidos classificam a água como aceitável, ou seja, \log_{10} URL < 2,18, sendo que apenas uma avaliação (5%) excedeu esse limite. Entre outros fatores, as leituras superiores obtidas para a água utilizada na sala de ordenha se devem muito possivelmente ao fato de essa não sofrer tratamento algum, pois não foi possível viabilizar um procedimento de tratamento e desinfecção dessa água durante a realização do experimento.

As leituras obtidas pelo método de ATP-Bioluminescência tanto para a água utilizada na sala de ordenha quanto no interior da queijaria podem ser de origem microbiana ou não. A presença de material orgânico, ainda que em pequenas quantidades, afetam de maneira significativa as leituras de URL, ainda mais no caso de uma queijaria artesanal, onde a água recebe apenas o tratamento de filtragem em filtro de areia e desinfecção com composto clorado. Isso foi percebido nitidamente durante a realização do experimento, pois os maiores valores de URL coincidiram com dias chuvosos, quando ocorre arraste de material orgânico para os leitos de água.

6 – CONCLUSÕES

Durante a realização do trabalho pôde-se concluir que:

- Houve bom entendimento e assimilação por parte do produtor de queijo Minas artesanal sobre os riscos para a saúde humana e para a viabilidade econômica dessa atividade produtiva caso não haja preocupação com a qualidade;
- Há falta de conhecimento entre os produtores sobre aplicação de técnicas de limpeza e sanitização, principalmente do ponto de vista operacional, explicitando a necessidade de mais ações com esse objetivo;
- Após a implantação do procedimento de higienização proposto, houve significativa melhoria das condições higiênico-sanitárias nos pontos avaliados, apesar de em muitos casos não se ter atingido os níveis recomendados por algumas instituições que tratam do assunto;
- Não existem parâmetros específicos para condições microbiológicas de superfície nas condições de produção de queijos artesanais;
- Os materiais utilizados e as características construtivas dos equipamentos e utensílios influenciam na eficiência dos procedimentos de higienização.
- O método de ATP-Bioluminescência não apresentou concordância com o método de tradicional quanto à classificação das condições higiênicas das superfícies avaliadas;
- Ambos os métodos dependem muito da área amostrada, e mesmo que as amostragens sejam feitas em áreas adjacentes, são áreas diferentes;
- O método de ATP-Bioluminescência não se mostrou adequado para avaliação microbiológica de superfícies de processamento de alimentos, e sim como um indicador de presença de material biológico na superfície e alerta para limpeza mais eficiente.
- Com relação à água, o método de ATP-Bioluminescência também não se mostrou adequado para avaliação, pois qualquer leitura em URL obtida pode ser indicativo da presença de microrganismos patogênicos na água,

principalmente porque essa não passa por tratamentos físicos de purificação e possui muito material biológico;

- O método de ATP-Bioluminescência se mostrou aplicável, pois, independentemente se as leituras em URL fornecidas são de origem microbiana ou não, são reflexo das condições higiênicas da superfície.

A técnica de ATP-Bioluminescência se configura uma excelente ferramenta para tomada de decisão, sendo que as avaliações e interpretações dos resultados devem ser realizadas por profissional que tenha conhecimento das características do processo produtivo que está sendo avaliado bem como do método utilizado.

Sugere-se que as associações de produtores, órgãos de inspeção ou extensão adquiriram e implantem o controle nas unidades produtivas de queijos artesanais, visando orientar os produtores quanto às necessidades de melhorar e ou implantar processos de limpeza e sanitização, favorecidos pela implantação das boas práticas agropecuárias e de fabricação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKUTSU, C. K. **Adesão de esporos de Bacillus sporothermodurans ao aço inoxidável e suas resistências a sanitizantes químicos em condições de uso simulado**. Viçosa, MG. UFV, 2001. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 2006.

ANDRADE, N. J. **Higienização na Indústria de Alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. Ed. Varela, São Paulo, 2008. 400p.

BOWER, C.K., Mc GUIRE, J., DAESCHEL, M.A. The adhesion and detachment of bacteria and spores on food-contact surfaces. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.152-157, 1996.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução – RDC n. 14 de 28/02/2007, **Regulamento Técnico para Produtos Saneantes com Ação Antimicrobiana: âmbito do MERCOSUL através da Resolução GMC n° 50/06**, que consta em anexo à presente Resolução. Diário Oficial da União – 05/03/2007.

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

COSTA, P. D. **Avaliação da técnica de ATP-bioluminescência no controle de procedimento de higienização na indústria de laticínios. 2001**. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2001

DAVIDSON, C.A., GRIFFITH, C.J., PETERS, A.C., FIELDING, L.M. Evaluation of two methods for monitoring surface cleanliness-ATP bioluminescence and traditional hygiene swabbing. **Luminescence**. v.14, n.1, p.33–38, 1999.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS – EMATER-MG. Caracterização da microrregião da Canastra como produtora de queijo Minas artesanal. São Roque de Minas, 2004.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS – EMATER-MG. Programa Queijo Minas Artesanal/Mapa do Queijo. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_pgn_downloads_vert&grupo=135&menu=59. Acesso em: 07 mar. 2010.

FEIJÓ, L.D. PINHEIRO, C. A.; SILVA, A. C. O.; CERQUEIRA, M. M. O.; SOUZA, M. R.; PENNA, C. F. A. M. Caminhões de coleta a granel: Monitoramento da qualidade do leite, da higienização do mangote e da superfície do caminhão tanque. **Anais do XIX Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora, CT/ILCT/Epamig, 2002. 284-288p

- FERREIRA, D. F. **Sisvar – Sistema de Análise de Variância**. Lavras: UFLA, 1999.
- FIGUEIREDO, M. F. 2000. 76 f. **Adesão bacteriana em modelo de circuito de processamento de leite**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)– Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- FRYER, P. J.; BIRD, M. R. Factors which affect the kinetics of cleaning dairy soils. **Food Science and Technology**. n. 8, p 36 – 42. 1994.
- FRYER, P. J.; CHRISTIAN, G. K.; LIU, W. How hygiene happens: physics and chemistry of cleaning. **International Journal of Dairy Technology**. v.59, n. 2, p. 76–84. 2006.
- GOMES, T.; LEITE, J. L. B. O relacionamento na cadeia agroindustrial do leite par os novos tempos. In: GOMES, S.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. (Ed.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 262p.
- Grasshoff, A. Cleaning of heat treatment equipment. *IDF Monograph, Fouling and cleaning in Heat Exchangers*, **International Dairy Federation**, Bruxelas, Belgica. 1997.
- GRIFFITH, C.J., COOPER, R.A., GILMORE, J., DAVIES, C., LEWIS, M. An evaluation of hospital cleaning regimes and standards. **Journal Hospital Infection**. v.45, n.1, p. 19–28, 2000.
- 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 - England: Chapman & Hall, 1995. 516p.
- LARSON, E. L.; AIELLO, A. E.; GOMEZ-DUARTE, C.; LIN, S. X.; LEE, L.; DELLA-LATTA, P.; 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.
- LELIEVELD, H. L. M. ; MOSTER, M. A.; HOLAH. J; WHITE. B. **Hygiene in food processing: principles and practice**. Cambridge – England: Woodhead, 2003. 379p.
- Marena, C., Lodola, L., Bulgheroni, A., Carretto, E., Zecca, M., Maserati, R., Zambianchi, L. Assessment of handwashing practices using chemical and microbiological methods: preliminary results from a prospective study. **American Journal Infect Control**. V.30, n.6, p. 334–340, 2002.
- MARQUES, S. C.; VALERIANO, C.; EVANGELISTA, S. R.; ABREU, L. R. Tanques de resfriamento de leite: processo de higienização. **XXIV Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora, EPAMIG/CEPE/ILCT, 2007. p. 496-501.

MINAS GERAIS. Decreto 42.505, de 15 de abril de 2002. Institui as formas de registros de bens culturais de natureza imaterial ou intangível que constituem patrimônio cultural de Minas Gerais. 2002a.

MINAS GERAIS. Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Lei nº 14185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal e dá outras providências. **Diário do Executivo e do Legislativo e Publicações de Terceiros**, de 01. fev. 2002. 2002b.

MURPHY, S. C. et al. Evaluation of Adenosine Triphosphate-Bioluminescence Hygiene Monitoring for Trouble-Shooting Fluid Milk Shelf-Life Problems. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v.81, n. 3, p. 817-820. 1998.

NIZA-RIBEIRO, J.; LOUZÃ, A. C.; SANTOS, P.; LIMA, M. Monitoring the microbiological quality of raw milk through the use of ATP bioluminescence method. **Food Control**. v. 11, n. 3, p. 209-216, 2000.

O'TOOLE, G. Biofilm formation as microbial development. **Annual Review. Microbiology**. v. 56, p. 187-209, 2000.

PINHEIRO, A. J. R.; MOSQUIM, M. C. A. V. **Processamento de leite de consumo**. Viçosa, MG: UFV; Impr. Univ., 1991. 430p.

POMPERMAYER, D. M. C., GAYLARDE, C., C. The influence of temperature on the adhesion of mixed cultures of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* to polypropylene. **Food Microbiology**. v. 17, p. 361-365, 2000.

RIBEIRO, J. A. Queijos do Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 14, n. 86, p. 33-34, set/out. 1959.

ROBINSON, R. K. Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products. . 3 ed. **Nova York: Wiley Interscience, 2002, 765p.**

SANTOS, A. L.; CHELINE, D. B. Higienização: a formação de incrustações ("Fouling") no processamento do leite, aspectos químicos e tecnológicos. In: **XXVII Congresso Nacional de Laticínios**, 2009, Juiz de Fora – MG. Anais.... Juiz de Fora: EPAMIG, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. L.; OLIVEIRA, P. B. Operações de Higienização na Indústria de Laticínios: aspectos determinantes para sua eficiência – uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Totes**. Juiz de Fora, n.359, p. 25-30, 2007.

SERRANO, A. M. Métodos de amostragem para avaliação da limpeza e sanitização. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, n. 235, p.13- 15. 1984.

SILVA, J. G. **Características físicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal da Canastra**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. 2007. 198p

SILVA, P. H. F.; NEVES, B. S. Avanços tecnológicos na indústria de laticínios no Brasil. In: SILVA, P. H. F.; PORTUGAL, J. A. B.; CASTRO, M. C. D. (Ed.). **Qualidade e competitividade em laticínios**. Juiz de Fora: Epamig – Centro Tecnológico – ILCT, 1999. 116p.

VISSER, H.; JEURNINK J. M; SCHRAML, J. E; FRYER, P. J; DELPLACE, F. Fouling of heat treatment equipment. In **Fouling and Cleaning of Heat Treatment Equipment**. IDF Bulletin, Bruxelas, Belgica, n. 328. 1997.

WALSTRA, P.; GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; BOEKEL, M.A.J.S. **Ciência de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2001. 729 p.

ZOTTOLA, E. A., SASAHARA, K. C. Microbial biofilms in the food processing industry – Should they be a concern? **International Journal of Food Microbiology**. v. 23, p. 125-148, 1994.

ANEXOS

MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NAS UNIDADES DE QUEIJO CANASTRA PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E IMPLANTAÇÃO DE PROCESSO DE LIMPEZA HIGIENIZAÇÃO

- 1) A queijaria possui registro no IMA e faz parte de APL?
- 2) Nome do produtor, grau de instrução e tempo na atividade produtiva:
- 3) Pessoas envolvidas na produção: _____ Família: _____ Extra família: _____
- 4) Volume de leite utilizado / dia: _____ litros Há variação anual?: Mín. _____ Max. _____
- 5) O rebanho possui controle higiênico-sanitário?
- 5) O produtor recebeu algum tipo de treinamento sobre manipulação de alimentos?
- 6) Se a resposta anterior for positiva, quais os treinamentos e quem forneceu?
- 7) O produtor tem algum conhecimento sobre microrganismos e doenças alimentares?
- 8) O produtor tem algum conhecimento sobre microrganismos e prejuízos com perdas de produtos?
- 9) Existe algum procedimento de higienização para o equipamento de ordenha?
- 10) Caso a resposta seja positiva, responda:
 - a) Quais os produtos químicos utilizados?
 - b) Como é feita a aplicação desses produtos, ou seja: qual o tempo, a temperatura e concentração utilizada?
 - c) Em que momento é feita a aplicação de cada produto?
- 11) Existe algum procedimento de higienização para as instalações equipamentos e utensílios utilizados na produção dos queijos?
- 12) Caso a resposta seja positiva, responda:
 - a) Quais os produtos químicos utilizados?

- b) Como é feita a aplicação desses produtos, ou seja: qual o tempo, a temperatura e concentração utilizada?
 - c) Em que momento é feita a aplicação de cada produto?
- 13) Os manipuladores passam por algum tipo de procedimento de higienização? Qual?
- 14) A água utilizada na produção de queijos passa por algum método de tratamento?
- 15) Caso a resposta seja positiva, como é feito o controle desse tratamento?
- 16) Como são feitos descartes de embalagens e resíduos?

Resumo da análise de variância dos pontos amostrados para as estações do ano

Latão do equipamento de ordenha

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	18.278570	4.569643	36.703	0.0000
Erro	15	1.867550	0.124503		
Total corrigido	19	20.146120			

CV (%) = 11.02 Média geral: 3.2020 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 0,770683785241996 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Inverno	2.302500	a1
Outono	2.490000	a1 a2
Primavera	3.067500	a1 a2
Verão	3.150000	a2
Avaliação	5.000000	a3

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Teteira 1

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	25.887720	6.471930	20.234	0.0000
Erro	15	4.797775	0.319852		
Total corrigido	19	30.685495			

CV (%) = 17.59 Média geral: 3.2145 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 1,23526472984009 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Outono	2.047500	a1
Inverno	2.210000	a1
Primavera	2.760000	a1
Verão	4.055000	a2
Avaliação	5.000000	a2

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Teteira 2

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	24.579680	6.144920	18.481	0.0000
Erro	15	4.987400	0.332493		
Total corrigido	19	29.567080			

CV (%) = 18.05 Média geral: 3.1940 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano, DMS: 1,25943919028878 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Inverno	2.075000	a1
Outono	2.245000	a1
Primavera	2.735000	a1 a2
Verão	3.915000	a2 a3
Avaliação	5.000000	a3

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Teteira 3

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	26.131820	6.532955	23.951	0.0000
Erro	15	4.091475	0.272765		
Total corrigido	19	30.223295			

CV (%) = 14.92
Média geral: 3.4995 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano, DMS: 1,14072262051385 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Inverno	2.240000	a1
Outono	2.397500	a1
Primavera	3.185000	a1
Verão	4.675000	a2
Avaliação	5.000000	a2

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Teteira 4

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	25.914220	6.478555	51.279	0.0000
Erro	15	1.895075	0.126338		
Total corrigido	19	27.809295			

CV (%) = 10.20 Média geral: 3.4845 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 0,776342396631683 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Inverno	2.292500	a1
Outono	2.320000	a1
Primavera	3.180000	a2
Verão	4.630000	a3
Avaliação	5.000000	a3

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Entrada da tubulação de transferência do leite

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	22.172530	5.543132	170.680	0.0000
Erro	15	0.487150	0.032477		
Total corrigido	19	22.659680			

CV (%) = 6.62 Média geral: 2.7240000 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 0,3936 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Outono	2.097500	a1
Inverno	2.112500	a1
Verão	2.155000	a1
Primavera	2.440000	a1
Avaliação	4.815000	a2

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Saída da tubulação de transferência do leite

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	4.664800	1.166200	9.071	0.0006
Erro	15	1.928375	0.128558		
Total corrigido	19	6.593175			

CV (%) = 16.06 Média geral: 2.2325 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 0,78313358456329 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Inverno	1.815000	a1
Outono	1.855000	a1
Primavera	2.165000	a1
Verão	2.177500	a1
Avaliação	3.150000	a2

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tanque de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	6.156370	1.539093	10.680	0.0003
Erro	15	2.161725	0.144115		
Total corrigido	19	8.318095			

CV (%) = 13.00

Média geral: 2.9195000 Número de observações: 20

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 0,829163784924 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Outono	2.475000	a1
Primavera	2.612500	a1
Inverno	2.732500	a1
Verão	2.767500	a1
Avaliação	4.010000	a2

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Mesa de enformagem e prensagem

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	0.548350	0.137088	1.440	0.2692
Erro	15	1.427825	0.095188		
Total corrigido	19	1.976175			
CV (%) =	6.74				
Média geral:	4.5775000	Número de observações: 20			

Prateleira de maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações de ano	4	2.034770	0.508693	2.435	0.0927
Erro	15	3.133650	0.208910		
Total corrigido	19	5.168420			
CV (%) =	10.49				
Média geral:	4.3570000	Número de observações: 20			

Formas

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	2.580420	0.645105	1.407	0.2794
Erro	15	6.879675	0.458645		
Total corrigido	19	9.460095			
CV (%) =	23.68				
Média geral:	2.8605000	Número de observações: 20			

Mão do manipulador

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Estações do ano	4	10.873150	2.718288	29.615	0.0000
Erro	15	1.376825	0.091788		
Total corrigido	19	12.249975			
CV (%) =	10.24				
Média geral:	2.9575000	Número de observações: 20			

Teste Tukey para a FV Estações do ano DMS: 0,661727943339729 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Verão	2.522500	a1
Primavera	2.525000	a1
Inverno	2.592500	a1
Outono	2.722500	a1
Avaliação	4.425000	a2

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.