

JOSÉ MANOEL MARTINS

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS
DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL
DA REGIÃO DO SERRO**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

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

T

M386c
2006

Martins, José Manoel, 1974-
Características físico-químicas e microbiológicas
durante a maturação do queijo minas artesanal
da região do Serro / José Manoel Martins. – Viçosa :
UFV, 2006.
xv, 158f. : il. ; 29cm.

Orientador: Célia Lúcia de Luces Fortes Ferreira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Queijo-de-minas - Análise. 2. Queijo-de-minas -
Microbiologia. 3. Queijarias - Controle de qualidade.
4. Queijo-de-minas - Serro (MG). 5. Queijarias -
Aspectos econômicos. 6. Microscopia - Técnica.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 637.353

JOSÉ MANOEL MARTINS

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS
DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL
DA REGIÃO DO SERRO**

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

APROVADA: 27 de outubro de 2006.

**Prof. Mauro Mansur Furtado
(Co-Orientador)**

**Prof. José Ivo Ribeiro Júnior
(Co-Orientador)**

Prof. Leorges M. da Fonseca

Prof. Antônio F. de Carvalho

**Prof^a. Célia Lucia de Luces Fortes Ferreira
(Orientadora)**

À minha avó paterna Sílvia de Lourdes Oliveira, *in memoriam*,
pelo sonho que me alimentou, desde a infância, de ser um Doutor.

À minha esposa, Lídia Nara Ricardo, que esteve comigo
a todo instante, compartilhando os bons e raros maus momentos dessa
trajetória, sendo sempre cativante, companheira, amiga e compreensível.

Aos meus pais, José Martins Filho e Adelina da Silva Cintra Martins,
pelo exemplo de dedicação, hombridade e educação aos filhos.

Às minhas irmãs Juliana Magna Martins e Joselaine Maria Martins,
que fazem jus ao elo que nos liga, demonstrando
o verdadeiro sentido da união de uma família.

À minha sobrinha, Ana Júlia, que, como uma filha,
é a fonte de inspiração da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua luz que sempre iluminou o meu caminho, mesmo nas vezes em que nele eu não confiava.

À Professora Célia Lúcia de Luces Fortes Ferreira, possuidora de conhecimento e experiência admiráveis, pela orientação confiada a mim e pelos ensinamentos, que muito contribuíram com o meu amadurecimento e crescimento acadêmico.

À Universidade Federal de Viçosa, pela excelência de seu ensino, disponibilizada a mim durante todos estes anos, fazendo-me crescer não só na formação acadêmica, mas também como homem, respeitador das diferenças, e confiante numa sociedade mais justa e igualitária.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento de metade da bolsa de estudo concedida a mim em parceria com a Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, filiada à Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), responsável pela outra metade da bolsa.

À Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, representada pelos seus funcionários, em especial ao Sr. Célio José Clementino, e pelo seu Presidente, Sr. Carlos Dumont, pela confiança depositada nos trabalhos e pela disponibilização do Laboratório de Análises Microbiológicas da Cooperativa.

A todos os produtores de queijos-de-minas artesanais da região do Serro, pela abertura concedida ao projeto, pelos relatos de experiências e pela hospitalidade peculiar, brindando-nos, em muitas ocasiões, com o saboroso tempero mineiro.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), especialmente ao seu Coordenador de Assistência Técnica aos Queijos Minas Artesanais, Elmer de Almeida Ferreira, pelas informações e experiências vivenciadas durante o projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento de grande parte do projeto.

A toda a minha família, pais, irmãs, tios, primos, sobrinha, em especial ao meu avô José Martins de Oliveira e à minha avó Olga Teixeira, que sempre acreditaram no meu potencial, tornando minha caminhada cada vez mais promissora e abençoada.

Aos meus avós maternos, que, mesmo não estando entre nós, nos deixaram o legado do valor às coisas do campo e da luta incansável por dias melhores.

Aos meus co-orientadores, Professor Mauro Mansur Furtado, amigo e companheiro desde os tempos de Mestrado, e ao Professor José Ivo Ribeiro Júnior, sempre receptivo e amigo, por colaborar de forma imensurável nas análises estatísticas e na redação desta tese.

Aos demais membros da banca de defesa da tese, Professor Leorges Moraes da Fonseca, pela gentileza de sua participação, e ao Professor Antônio Fernandes de Carvalho, sempre muito competente, amigo e solidário.

Ao chefe da Pós-graduação do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Professor Nélio José de Andrade, pela forma exemplar com que conduz os seus trabalhos, contribuindo muito para o crescimento da Pós-graduação do DTA.

Ao ex-chefe do DTA, Professor José Antônio Marques Pereira, e, em especial, à atual chefe, Professora Mônica Ribeiro Pirozi, que muito colaborou com o desenvolvimento dos trabalhos de campo, além de disponibilizar os laboratórios e dependências do DTA para a condução dos experimentos.

À Professora France Maria Gontijo Coelho, do Departamento de Economia Rural, pela participação na banca de qualificação, enriquecendo o estudo com a sua habilidade extensionista, propulsora da interação entre a ciência e a experiência.

Agradeço a todos os Professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos que contribuíram, de uma forma ou de outra, para o meu aprendizado, seja em sala de aula, com seus trabalhos publicados ou com suas palestras apresentadas; especialmente à Professora Valéria Paula Rodrigues Minim, pela paciência e pelo direcionamento dos trabalhos.

A todos os meus amigos que torceram por mim, representados aqui pela Wellington e o Augusto, que estiveram comigo desde os tempos de 2º grau.

Aos amigos de república, Marcão, Renato, Max, Gabriel, Ivan, Gilmar e Amilton, pela convivência pacífica durante anos, compartilhando experiências que contribuíram ainda mais com a minha compreensão sobre as diferenças entre as pessoas.

Ao amigo Maximiliano Soares Pinto, que foi um parceiro de todos os instantes no Doutorado, dividindo comigo as aulas de TAL 443, as viagens às regiões produtoras de queijos minas artesanais, as publicações na Cândido Tostes e, como um irmão, compartilhou comigo não só a república onde morávamos, mas as vitórias e as derrotas do dia a dia, se é que houve derrotas.

Às irmãs de orientação, Penha, Luciana, Romilda, Juliana e Milene, que também partilharam não só as aulas de TAL 443, mas o computador “Pé de Pano” da salinha conjugada ao laboratório, os experimentos de tese, as cobranças da Professora Célia e muitos outros desafios que sempre foram vencidos com muita união e amizade.

Ao bolsista de iniciação científica, Natan de Jesus Pimentel Filho, que muito contribuiu nos trabalhos realizados, sendo sempre organizado e atencioso nas viagens de campo e nas análises experimentais, além de se mostrar companheiro e amigo a todo instante.

Aos estagiários, Thiago Souza Barbosa e Reginaldo Campos Oliveira, que estiveram comigo no início dos experimentos e às estagiárias Rafaela Ferreira e Daniele Calombari, que não mediram esforços durante as

realizações de todas as análises, mostrando-se sempre atentas e dispostas a colaborar.

A todos os amigos e companheiros da Pós-graduação, principalmente àqueles que dividiram comigo os laboratórios de análises, em especial ao amigo Fernando Mourão.

Às secretárias e demais funcionárias do DTA, Geralda, Vânia, Eliane, Sueli, Lúcia, Maria Rita e Dona Lígia, que sempre colaboram em todos os sentidos.

A todos os funcionários e ex-funcionários do DTA, Juarez, Adão, Osvaldo, Dimas, Sr. Manuel, Pio, Pi, Thiago, Thomas, Lelé, Sr. Zé, Sr. Luís, Zé Geraldo, Fernando, Divino, Bilico, Marco, Serginho, Silvério, Vandick, Valério, Sr. Tito, Carlinhos e, em especial, ao funcionário do Laboratório de Culturas Láticas do DTA, Célio Souza, pelo companheirismo, pela dedicação e amizade de todos estes anos.

A todos os funcionários do Laticínios FUNARBE, especialmente ao José Carlos e Aristides, que cederam a câmara fria para a maturação dos queijos.

Aos amigos do laboratório do Professor Brandão, Maurício, Giuliano, Baltazar e Bruno, que, muitas vezes, dividiram comigo não só outros laboratórios do DTA, mas bons momentos de alegria, embalados por hilariantes histórias.

BIOGRAFIA

JOSÉ MANOEL MARTINS, filho de José Martins Filho e Adelina da Silva Cintra Martins, nasceu em Guiricema, estado de Minas Gerais, em 16 de maio de 1974.

Concluiu o curso de Bacharel em Tecnologia de Laticínios, pela Universidade Federal de Viçosa, em março de 1999.

Em abril do mesmo ano, ingressou no curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, para titular-se *Magister Scientiae*, em 30 de outubro de 2001.

Em setembro de 2002, iniciou o curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa, titulando-se *Doctor Scientiae*, em 27 de outubro de 2006.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Queijos artesanais do estado de Minas Gerais	4
2.1.1. Queijos minas artesanais da região do Serro	6
2.2. Microscopia de alimentos	10
2.2.1. Histórico da microscopia de alimentos	10
2.2.2. Conceito de microscopia de alimentos	11
2.2.3. Material estranho em queijos	12
2.3. O processo de maturação dos queijos	13
2.3.1. Lipólise	13
2.3.2. Proteólise	15
2.3.3. Enzimas responsáveis pelo processo de maturação	16
2.3.3.1. Enzimas naturais do leite	17
2.3.3.2. Enzimas coagulantes	18
2.3.3.3. Enzimas produzidas pela cultura starter	18
2.3.3.4. Enzimas originadas pela microbiota secundária	20
2.3.3.5. Enzimas de bactérias não-starters	20
2.3.4. Fatores que envolvem o processo de maturação	21
2.3.4.1. Temperatura e umidade	21
2.3.4.2. Composição química da coalhada	22

2.3.4.3. Microbiota residual da coalhada.....	23
2.4. Microrganismos patogênicos em queijos.....	24
2.4.1. Coliformes totais	24
2.4.2. Coliformes fecais	25
2.4.3. <i>Estafilococos</i> coagulase positivo	25
2.4.4. <i>Salmonella</i> sp	27
2.4.5. <i>Listeria</i> sp	28
2.5. Controle de microrganismos patogênicos em queijos	29
2.6. Boas práticas de fabricação	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO I	
IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAIS ESTRANHOS EM QUEIJO MINAS	
ARTESANAL DA REGIÃO DO SERRO E DIAGNÓSTICO DAS BOAS	
PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NAS UNIDADES PRODUTORAS	
	41
1. INTRODUÇÃO.....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.1. Definição das amostras	44
2.2. Preparo das amostras para análise de material estranho	44
2.3. Diagnóstico das boas práticas de fabricação	45
2.3.1. Uso de questionário estruturado	45
2.3.2. Uso de check list.....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
3.1. Identificação de material estranho em queijos minas artesanais da região do Serro	47
3.2. Avaliação das boas práticas de fabricação em unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro	53
3.2.1. Questionário estruturado	53
3.2.2. Check list	57
4. CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA REGIÃO DO SERRO.....

REGIÃO DO SERRO.....	66
1. INTRODUÇÃO.....	66
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
2.1. Definição das amostras	69
2.2. Coleta e preparo das amostras	69
2.3. Condições de maturação.....	70
2.4. Análises microbiológicas	70
2.5. Análise de enterotoxinas estafilocócicas	71
2.6. Análises físico-químicas	71
2.6.1. Determinação da acidez titulável, gordura, umidade e cloretos..	72
2.6.2. Determinação do pH	72
2.6.3. Determinação de gordura no extrato seco.....	72
2.6.4. Determinação da atividade de água (Aw)	72
2.6.5. Determinação de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%	73
2.6.6. Determinação de proteína total, extensão de maturação e profundidade de maturação	73
2.7. Análises físicas (peso, altura e diâmetro).....	73
2.8. Delineamento experimental.....	74
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	76
3.1. Estudo das características físico-químicas dos queijos	76
3.2. Estudo das características físicas dos queijos	88
3.3. Análises microbiológicas da água, pingo e leite	90
3.4. Análises microbiológicas dos queijos	93
3.4.1. Análise de mesófilos aeróbios, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i> e <i>Staphylococcus aureus</i>	93
3.4.2. Análise de <i>Listeria</i> sp. e <i>Salmonella</i> sp.	109
3.5. Análise de enterotoxinas estafilocócicas	111

3.6. Similaridade das características físico-químicas do queijo minas artesanal da região do Serro em função do período de fabricação e da condição de maturação	111
3.7. Correlações entre os parâmetros físicos e físico-químicos do queijo minas artesanal da região do Serro	113
3.8. Similaridade das características microbiológicas do queijo minas artesanal da região do Serro em função do período de fabricação e da temperatura de maturação	116
4. CONCLUSÕES.....	118
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
3. CONCLUSÕES GERAIS.....	127
APÊNDICES.....	130

RESUMO

MARTINS, José Manoel, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2006. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo minas artesanal da região do Serro.** Orientadora: Célia Lúcia de Luces Fortes Ferreira. Co-orientadores: José Ivo Ribeiro Júnior e Mauro Mansur Furtado.

O principal objetivo deste trabalho foi verificar o período mínimo de maturação do queijo minas artesanal da região do Serro avaliando-se os critérios microbiológicos exigidos pela legislação vigente. Especificamente, buscou-se avaliar as características físico-químicas e microbiológicas durante 64 dias de maturação dos queijos; identificar materiais estranhos nas amostras e diagnosticar as boas práticas de fabricação utilizadas nas unidades produtoras. As contagens microbiológicas de mesófilos aeróbios, coliformes totais (30°C), *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* foram reduzidas ($P < 0,05$) durante o período de maturação dos queijos, com destaque para aqueles armazenados na condição ambiente, que atingiram os padrões exigidos pela legislação aos 17 dias, tanto no período da seca quanto nas águas. Já os queijos refrigerados só atingiram tais parâmetros aos 33 e 63 dias de maturação, quando fabricados no período da seca e das águas, respectivamente. Observou-se ausência de *Listeria* sp. em todas as amostras, nos dois períodos de fabricação. Observou-se apenas uma amostra positiva para *Salmonella* sp. no período das águas, mantida sob refrigeração, que foi eliminada com 22 dias de maturação. Enterotoxina

estafilocócica não foi detectada em nenhuma amostra analisada. Os resultados físico-químicos indicaram que os queijos maturados na condição ambiente apresentaram nos dois períodos de fabricação redução ($P < 0,05$) dos valores médios de peso, altura, diâmetro, umidade e atividade de água e aumento ($P < 0,05$) médio de gordura, pH, nitrogênio total, proteína total, cloreto de sódio, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%. Quando maturados sob refrigeração, os parâmetros físico-químicos mantiveram-se constantes ($P > 0,05$), nos dois períodos do ano, com exceção de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%, cujos valores médios aumentaram ($P < 0,05$) durante a maturação. Dos materiais estranhos identificados, ardósia, areia e principalmente material terroso (pontos escuros/marrons), apresentaram-se em quantidade superior ($P < 0,05$) no período da seca, podendo ser consequência da grande quantidade de material suspenso no ambiente, carregado principalmente pelo vento. Fragmentos de insetos e madeira foram encontrados em pequena quantidade. No entanto, pêlo bovino, de rato, ou de cão, além de pêlo humano, foram detectados em todas as amostras, em quantidades consideráveis nos dois períodos de fabricação, assim como fragmentos de tecidos, pelo fato destes fazerem parte do processo produtivo, na etapa de filtração do leite. Apesar da produção secular desses queijos, nenhum produtor da região do Serro encontrava-se certificado pelo Instituto Mineiro de Agropecuária. Dentre os elementos das boas práticas de fabricação, em média, a qualidade da água, o processo de produção, equipamentos e utensílios e a limpeza e sanitização da queijaria apresentaram maior percentual de adequação, ultrapassando 75%. Já, a garantia da qualidade e a higiene pessoal apresentaram mais da metade das exigências em desacordo. Geralmente, a maturação ambiente, mesmo reduzindo a presença da microbiota contaminante nos queijos, não deve ser vista como única forma de resguardar a segurança do produto, pois riscos da produção de queijos, a partir de leite cru, são consideráveis. Verifica-se necessidade de rigoroso controle de qualidade nas etapas de produção, buscando-se melhorar a qualidade dos queijos artesanais e a segurança do consumidor.

ABSTRACT

MARTINS, José Manoel, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October 2006. **Physico-chemical and microbiological characteristics during the maturation artisanal minas cheese of the Serro area.** Adviser: Célia Lúcia de Lucas Fortes Ferreira. Co-adviser: José Ivo Ribeiro Júnior and Mauro Mansur Furtado.

The main objective of this work was to verify the minimum period of maturation of Minas craft cheese of the Serro area. For this, it was evaluated the microbiologic criteria demanded by the current law. Specifically, it was looked for to evaluate the physico-chemical and microbiologic characteristics during the sixty-fourth day of the cheese maturation; to identify strange materials in the samples and to diagnose the best practices for production used in the producing units. The microbiologic countings of aerobic mesophylls, total Coliform (30°C), *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were reduced ($P < 0,05$) during the period of maturation of minas cheeses, with prominence for those stored out of refrigerator, that reached the matured patterns demanded by the legislation at the seventeenth day, so much in the period of drought as water. Although the refrigerated cheeses only reached such parameters at the thirty-third and sixty-third day, when manufactured in the period of drought and water, respectively. It was observed absence of *Listerella* sp. in all of the samples, in the two periods of production. It was just observed a positive sample for *Salmonella* sp. in the

period of water, maintained under cooling, that was eliminated at the twenty-second day of maturation. Staphylococci enterotoxemia was not detected in any analyzed sample. The physico-chemical results indicated that matured cheeses out of refrigerator showed in the two periods of production reduction ($P < 0,05$) of the medium values of weight, height, diameter, humidity and water activity and increase ($P < 0,05$) medium of fat, pH, total nitrogen, total protein, chloride of sodium, soluble nitrogen in pH 4,6 and soluble nitrogen in TCA 12%. When the cheeses are matured under cooling, the physico-chemical parameters stayed constant ($P > 0,05$), in the two periods of the year, except for soluble nitrogen in pH 4,6 and soluble nitrogen in TCA 12%, whose medium values increased ($P < 0,05$) during maturation. The strange materials were found stone, sand and mainly earthy material (dark/brown points). They were showed in superior amount ($P < 0,05$) in the period of drought. It could be consequence of great amount of suspended material in the atmosphere, carried mainly by the wind. Fragments of insects and wood were found in small amount. However, bovine, mouse, or dog hair, besides human hair were detected in all of the samples, in considerable amounts in the two periods of production, as well as fragments of fabrics, by the fact of these be part of the productive process, in the stage of filtration of milk . In spite of the secular production of those cheeses, any producers of the Serro area had being inscribed in a Mineiro Institute of Farming. Among elements of the best practices for production, on average, the quality of water, the production process, equipments and utensils and cleaning and sanitization of cheese dairy showed larger percentage of adaptation, exceeding 75%. However, the warranty of quality and the personal hygiene showed more than half of demands in disagreement. Usually, the maturation out of refrigerator, even reducing the polluting microbiota in the cheeses, it should not be seen as only form to protect the safety of the product, because the risks of cheese production, starting from raw milk, are considerable. It is necessary rigorous control of quality in several stages of production, and also look for to improve the quality of “Minas” artisanal cheese and safety for consumers.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor de queijos do Brasil, com aproximadamente 215 mil toneladas anuais, metade de todo o queijo que o brasileiro consome, 2,7 kg per capita/ano (GLOBO RURAL, 2002; ABIQ, 2006).

Uma importante característica da produção de queijo em Minas Gerais é a sua fabricação artesanal, que representa uma parte significativa de todo o queijo do Estado, sendo as regiões do Serro, Alto Paranaíba, Serra da Canastra e Araxá, consideradas tradicionais, produzindo anualmente metade de todo queijo artesanal mineiro, em apenas 46 municípios (EMATER, 2004).

Inicialmente, o processo de fabricação do queijo artesanal era o único meio de escoamento da produção do leite nas regiões, localizadas longe dos centros consumidores e fora dos circuitos de coleta do leite (MUNDO DO LEITE, 2003). Hoje, os queijos artesanais ainda são produzidos pela mesma técnica de fabricação dos velhos tempos, sendo passada de pai para filho, adotada como forma de manter as características peculiares dos queijos de cada região.

Porém, existem alguns fatores preocupantes quanto a sua colocação no mercado. Produzido a partir de leite cru e comercializado sob refrigeração, geralmente após uma semana de fabricação, os queijos Minas artesanais, na sua grande maioria, encontram-se em condições

incompatíveis (PINTO, 2004; ARAÚJO, 2004) com as exigências previstas na legislação (BRASIL, 2000; LEI ESTADUAL/MG, 2002), que determina condições mínimas de qualidade para o seu consumo.

Preocupada em resguardar a segurança do consumidor, a Resolução nº 07/2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento exige, entre outras providências, a maturação dos queijos artesanais por um período mínimo de 60 dias.

Conhecer os efeitos da maturação sobre as características físico-químicas e microbiológicas dos queijos Minas artesanais desperta o interesse de todos aqueles envolvidos com a sua cadeia produtiva e que objetivam a melhoria da sua qualidade, uma vez que ainda não se têm estudos que comprovam seus verdadeiros benefícios.

A maturação dos queijos implica importantes alterações nas suas características físico-químicas, microbiológicas e organolépticas, devido à perda de umidade e aumento da proteólise e lipólise (MENDOZA e OYÓN, 2002).

Segundo FOX et al. (1993), durante a maturação, a estabilidade do queijo e da sua vida de prateleira é determinada pela presença de ácido láctico, redução da atividade de água e do potencial de oxidação-redução e pela presença de bacteriocinas produzidas por microrganismos responsáveis pela fermentação.

Diversos pesquisadores vêm executando trabalhos com o objetivo de encurtar o período de maturação dos queijos, sem maiores alterações de suas características tradicionais (LAW, 2001; ÖNER et al., 2006).

Estudos realizados por NARDES (2002) indicam que o aumento da temperatura de armazenamento dos queijos é responsável pela maior velocidade do processo de maturação, obtendo resultados interessantes num período de tempo reduzido.

Partindo-se destes indicativos, a maturação na condição ambiente é a mais facilmente aplicada na cadeia produtiva dos queijos Minas artesanais, que, comparada com a refrigeração, poderá fornecer informações importantes sobre a definição do tempo mínimo de maturação dos queijos para a garantia da sua qualidade, sem, no entanto, haver a necessidade de se chegar aos 60 dias.

No momento em que os queijos minas artesanais tiverem a segurança dos padrões microbiológicos estabelecida, a sua certificação poderá ser definitivamente implementada, gerando importantes avanços ao setor, que poderá sair da incômoda situação de clandestinidade.

A economia do Estado de Minas Gerais também poderá ser favorecida com uma maior arrecadação de impostos, de um produto devidamente credenciado, podendo, inclusive, gerar uma importante troca de benefícios entre as partes, com a destinação de maiores investimentos em pesquisas e no desenvolvimento do setor agrícola.

Assim, o principal objetivo deste trabalho foi verificar o período mínimo de maturação do queijo minas artesanal da região do Serro, para que o mesmo atingisse os critérios microbiológicos exigidos pela legislação vigente. Outros objetivos foram avaliar as características físico-químicas e microbiológicas durante 64 dias de maturação dos queijos, identificar materiais estranhos nas amostras e diagnosticar as boas práticas de fabricação utilizadas nas unidades produtoras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Queijos artesanais do estado de Minas Gerais

A produção de queijos em Minas Gerais é de aproximadamente 215.000 t/ano, sendo 70.000 provenientes do queijo minas artesanal (Figura 1), caracterizado pela produção em pequena escala, fabricado diretamente na fazenda, ocupando 30.000 famílias de pequenos proprietários, mais de 100 mil pessoas. Desses, 10.773 são produtores das quatro principais regiões do Estado (Serro, Alto Paranaíba, Serra da Canastra e Araxá), consideradas tradicionais e que produzem anualmente 33.570 toneladas de queijo em 46 municípios (Figura 2), gerando 26.870 empregos diretos.

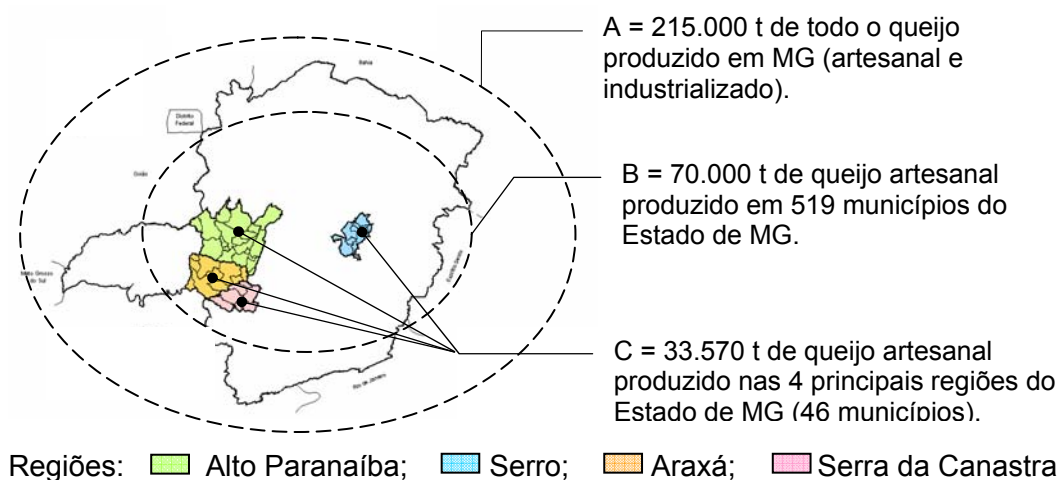
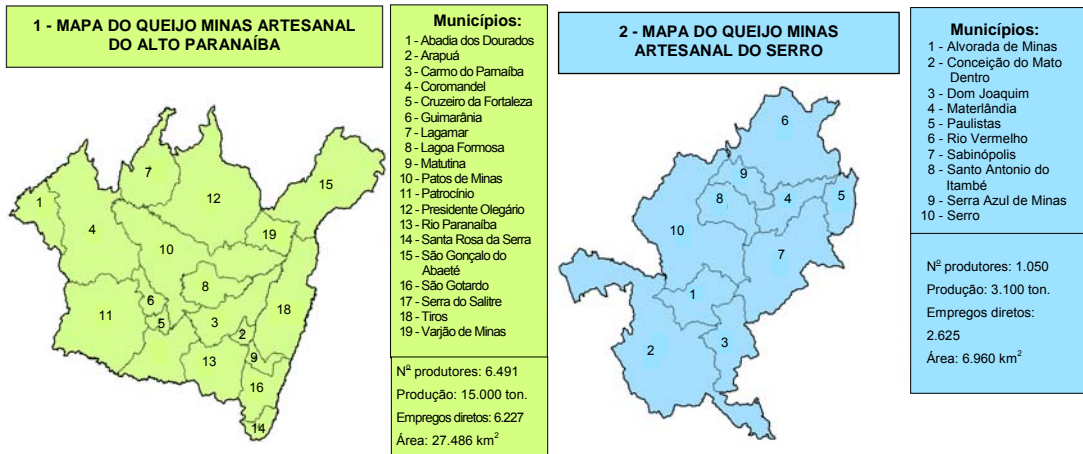
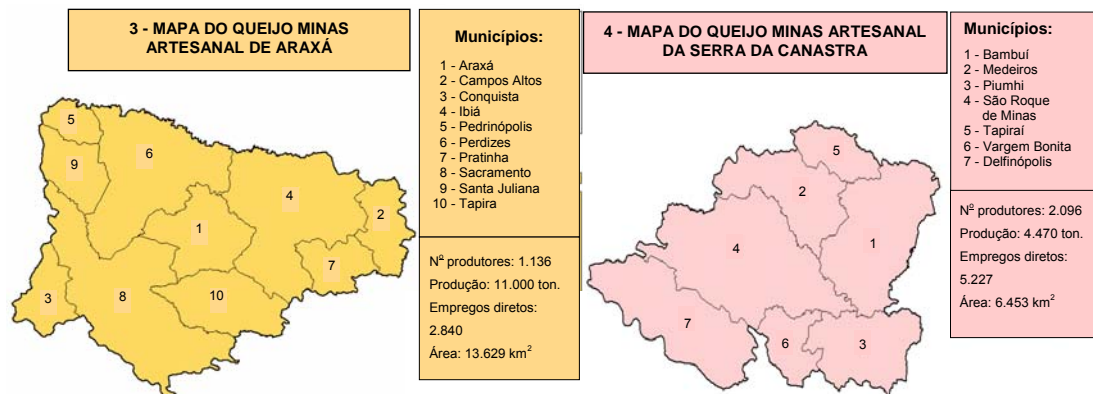
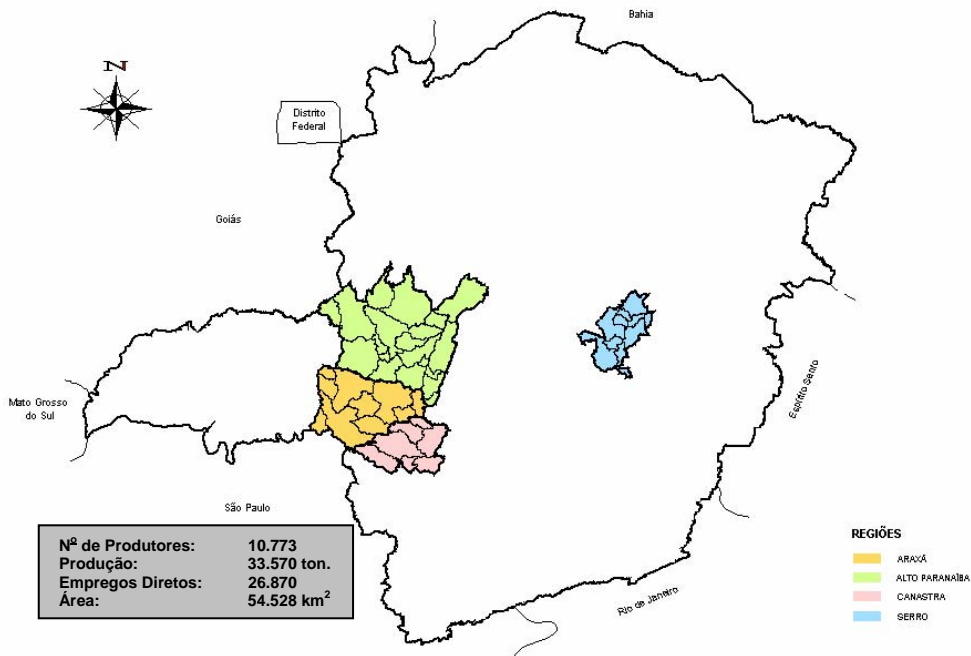


Figura 1 – Produção anual de queijos no Estado de Minas Gerais.



MAPA DO QUEIJO MINAS ARTESANAL



Fonte: EMATER-MG (2003); PINTO (2004).

Figura 2 – Mapa das principais regiões produtoras do queijo minas artesanal.

Sua presença se espalha por 519 dos 853 municípios mineiros (GLOBO RURAL, 2002; EMATER, 2004; ABIQ, 2006).

O início da fabricação do queijo artesanal mineiro remonta ao período colonial. Foi no século XVIII, época da mineração do ouro, que Portugal trouxe uma legião de garimpeiros que fabricavam o queijo artesanal para consumo próprio, tentando imitar o famoso queijo português, Serra da Estrela (MUNDO DO LEITE, 2003). Diferenças ambientais como clima, relevo e pastagens, além de ingredientes adaptados da própria região, como o tipo de coalho e fermentos utilizados, diferiram muito o queijo minas artesanal do queijo Serra da Estrela.

Pela dificuldade de acesso das regiões, os produtores tinham que utilizar o “pingo” (fermento endógeno obtido das últimas gotas da dessora) e fazer a cura do queijo para conservá-lo melhor, vendendo-o somente após duas ou três semanas de fabricação (MUNDO DO LEITE, 2003).

Atualmente, quase que a totalidade dos queijos artesanais mineiros é comercializada a fresco, exceto aqueles utilizados para outros fins que não o consumo direto, a exemplo da fabricação de pão de queijo, sendo muito requisitado por empresas de Belo Horizonte-MG (COPSERRO, 2006).

2.1.1. Queijos minas artesanais da região do Serro

Os municípios produtores de queijos minas artesanais que compõem a região do Serro são: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim, Materlândia, Paulistas, Rio Vermelho, Sabinópolis, Santo Antonio do Itambé, Serra Azul de Minas e Serro (IMA, 2002a), destacando-se os municípios de Materlândia e Santo Antônio do Itambé (PINTO, 2004).

A tradição da produção de queijo na região do Serro começou com os portugueses, há mais de dois séculos, ao se formarem as primeiras fazendas de gado na região. Com a decadência do ciclo do ouro, o município do Serro intensificou sua atividade agropecuária, e o queijo foi o produto diferenciado que garantiu divisas para a região e todo o Estado, pela qualidade e pelo volume de produção. Desde então, o queijo consagrou-se símbolo de identidade cultural da região, pelo peculiar sabor e o modo artesanal de produção (Figura 3), passado de pai para filho (EMATER, 2003; MUNDO DO LEITE, 2003).

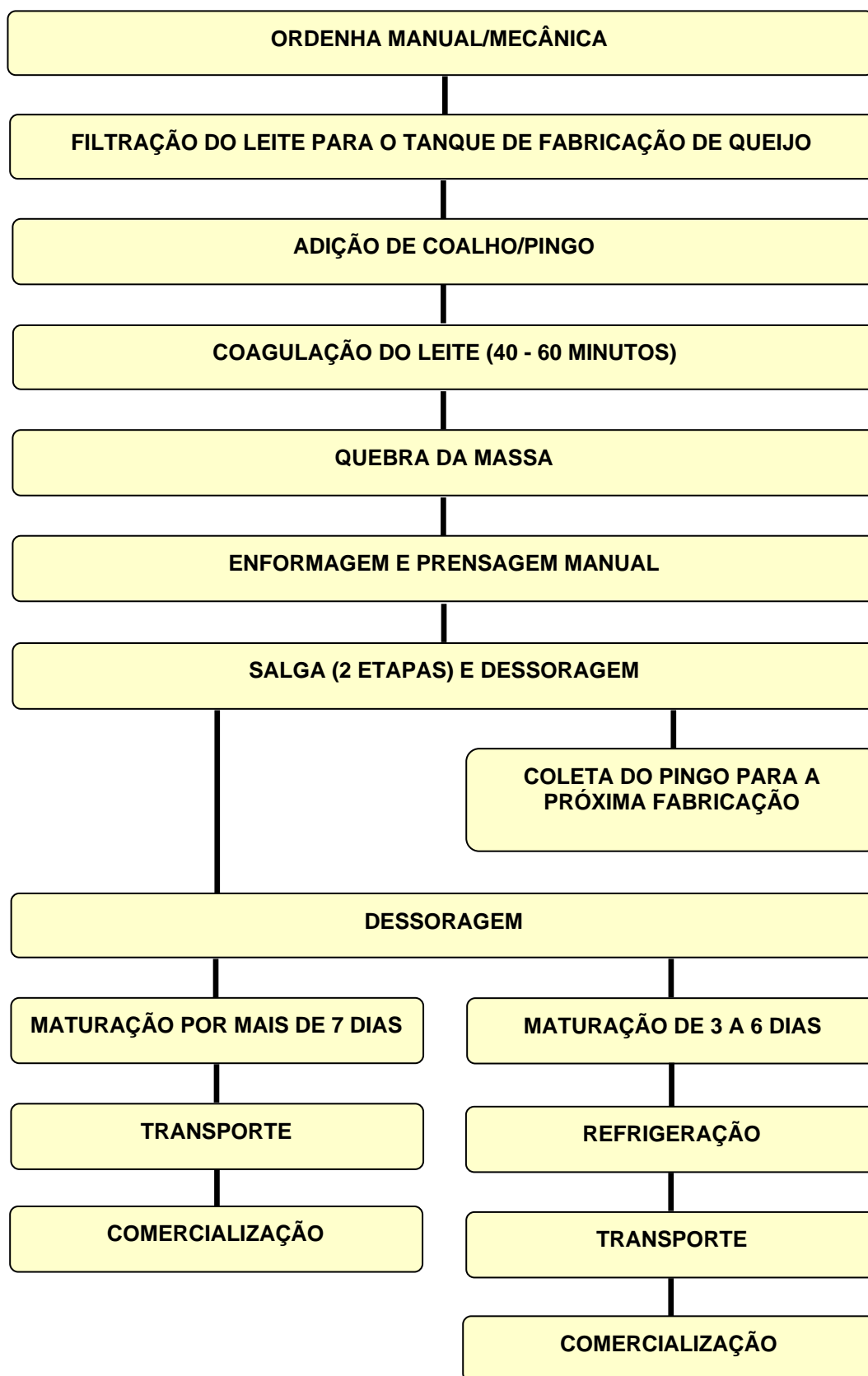
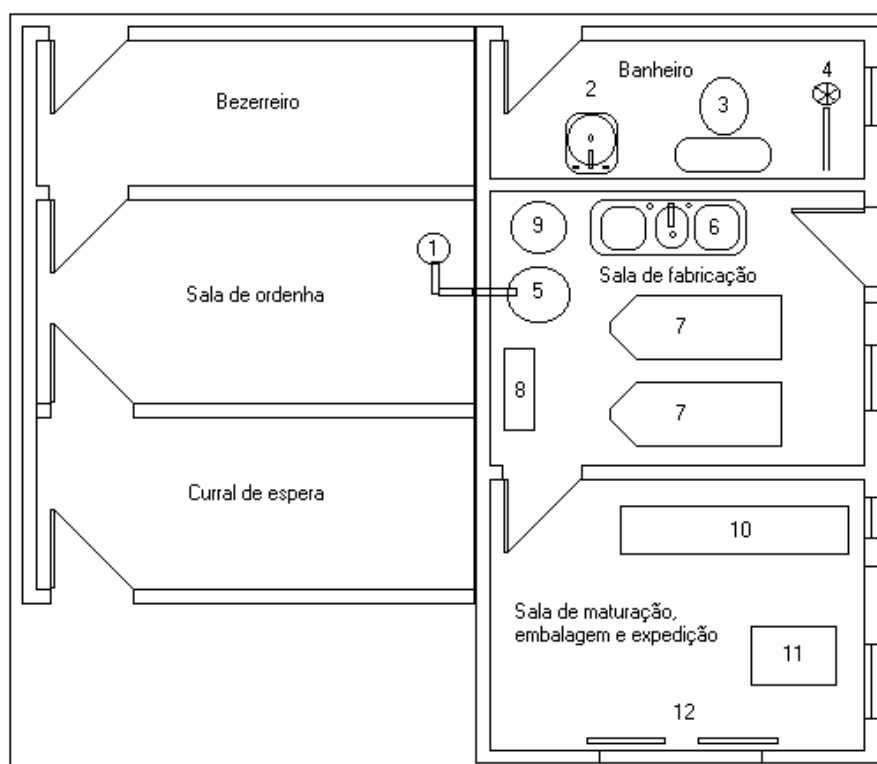


Figura 3 – Fluxograma do processo de fabricação do queijo minas artesanal da região do Serro.

A região do Serro produz cerca de 3.100 t de queijos por ano, constituindo o principal produto da região. É composta por 1.050 produtores, gerando 2.625 empregos diretos. Por mês, cerca de 25 t são compradas pela Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, onde são classificados, embalados, identificados com o número do produtor e distribuídos para o varejo, sendo este o de cadeia de comercialização mais trabalhada. O restante da produção da região é vendido por intermediários ou diretamente no mercado de Belo Horizonte (EMATER, 2003; COPSERRO, 2006).

A fabricação dos queijos artesanais é realizada nas queijarias situadas ao lado da sala de ordenha (Figura 4), construções com paredes, pisos e tetos constituídos por diferentes tipos de materiais (PINTO, 2004).



- | | |
|---|---|
| 1) Funil para filtragem e passagem direta do leite para o tanque de fabricação; | 8) Armário para armazenamento de insumos e utensílios; |
| 2) Pia do banheiro; | 9) Tanque para higienização de utensílios e materiais; |
| 3) Vaso sanitário; | 10) Prateleira para maturação dos queijos; |
| 4) Chuveiro; | 11) Mesa utilizada para embalo e expedição dos queijos; |
| 5) Tanque de fabricação; | 12) Janela para saída dos queijos. |
| 6) Pia da sala de fabricação; | |
| 7) Bancas de fabricação e dessoragem; | |

Figura 4 – Planta baixa de uma queijaria modelo da região Serro.

Uma das características marcantes desse queijo é o emprego na sua fabricação de um fermento natural, usado pelos queijeiros da região, denominado “pingo”. Esse fermento é resultante da dessoragem dos queijos já salgados, e coletado de um dia para o outro. O “pingo” é, portanto, um soro fermentado com certa quantidade de sal, que age como inibidor de algumas fermentações indesejáveis e confere ao queijo características típicas de sua variedade.

Segundo FURTADO et al. (2003), o queijo produzido na região do Serro apresenta semelhanças com o queijo minas padrão, com sabor típico e acentuadamente mais ácido, razão pela qual é comumente classificado como uma de suas variedades.

O queijo artesanal do Serro possui formato cilíndrico, com aproximadamente 14 cm de diâmetro e altura variando de 4 a 6 cm (Figura 5). Em alguns sítios, é produzido com diâmetro ligeiramente maior e um pouco menor em altura. Sua casca é geralmente esbranquiçada, tendendo a se transformar numa crosta fina e amarelada, quando curado por alguns dias. Internamente, a massa é branca e resistente, às vezes, ligeiramente quebradiça. Apresenta aberturas mecânicas de pequeno tamanho e não raramente diversas e pequenas olhaduras irregulares (FURTADO, 1980).



Figura 5 – Queijo minas artesanal da região do Serro após três dias de fabricação.

Inscrito no “Livro dos Saberes” pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais - IEPHA / MG, o queijo minas artesanal do Serro constitui o primeiro Patrimônio Cultural Imaterial de Minas Gerais (EMATER, 2002).

Apesar disso, diagnóstico realizado sobre os queijos artesanais do Serro (PINTO, 2004) sugere a importância de trabalhos mais aprofundados nessa região, para adequação de infra-estrutura, sanidade do rebanho e boas práticas de fabricação, para que os queijos sejam produzidos com segurança.

A padronização do seu processo de fabricação, bem como a definição do seu período de maturação, poderá gerar dados que fundamentem a sua certificação de origem, valorizando-o como um produto tradicional, seguro e de qualidade, imprescindível para garantir a sustentabilidade dos produtores dedicados a esta atividade.

2.2. Microscopia de alimentos

2.2.1. Histórico da microscopia de alimentos

A microscopia teve sua grande impulsão no século XVII, com o holandês Van Anton Leeuwenhoek, que construiu microscópios com lentes convexas e foi o primeiro a observar e a desenhar protozoários e bactérias (MATEU, 1972).

Por volta de 1820, análises microscópicas permitiram a visualização de pedaços de mandíbulas de insetos em queijos, demonstrando o potencial de visualização conseguido por um microscópio da época (SCHICKORE, 2003). Já no século XX, o livro *Analytical Microscopy: its Aims and Methods in Relation to Foods, Water, Spices and Drugs*, de WILLIS (1965), 3ª edição, é considerado a melhor obra sobre microscopia de alimentos (FONTES e FONTES, 2005).

No Brasil, até o final dos anos 90, ainda não havia sido dada a adequada importância à análise microscópica. As legislações eram inflexíveis, exigindo para os alimentos ausência total de sujidades.

Por essa razão, em 1998, foi criado pela ANVISA um grupo de trabalho para analisar os padrões microscópicos específicos para cada categoria de produtos relativos à área de alimentos e propor um Regulamento Técnico que consolidasse e atualizasse as normas sobre a microscopia de alimentos (ANVISA, 2004).

A partir de 2001, a macro e microscopia de alimentos passou a ter um novo enfoque pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Para categorizar um alimento como impróprio para o consumo, passou-se a considerar as matérias macro e microscópicas exclusivamente prejudiciais à saúde humana.

Em 2003, ficou disponibilizada a Resolução (RDC n. 175, de 10 de julho de 2003) que aprova o "Regulamento Técnico de avaliação de matérias macroscópicas e microscópicas prejudiciais à saúde humana em alimentos embalados" (ANVISA, 2004).

2.2.2. Conceito de microscopia de alimentos

A microscopia de alimentos é uma técnica microanalítica empregada no controle de qualidade para a identificação dos componentes de um produto (BARBIERI, 1990). Ela pode ser utilizada para pesquisar a presença de material estranho ou evidenciar fraudes alimentares, comprovando a adição de adulterantes intencionais incorporados aos alimentos (BEUX, 1997).

De acordo com a A.O.A.C. (1984), material estranho é qualquer material não-pertencente ao produto, que seja associado a condições ou práticas inadequadas de produção, estocagem ou distribuição, incluindo sujidades (leves, pesadas e as separadas por peneira), material em decomposição (tecidos podres, devido a causas parasíticas ou não-parasíticas) e materiais diversos (areia, terra, vidro, ferrugem etc.), excluindo-se a contaminação bacteriana. Já as sujidades podem ser definidas como quaisquer materiais indesejáveis presentes no produto, cuja origem é a contaminação por animal, ou seja: roedores, insetos ou pássaros,

ou ainda material indesejado proveniente de condições sanitárias impróprias de manuseio.

2.2.3. Material estranho em queijos

A presença de material estranho no leite utilizado para a fabricação de queijos pode ocorrer desde o momento em que este é extraído do úbere do animal, principalmente quando se emprega a ordenha manual, ainda predominante em muitas fazendas do Estado de Minas Gerais. Os contaminantes prováveis nessa fase são: fezes, pêlo humano e animal, material terroso etc. (BORSARI, 2001).

A contaminação por material estranho pode resultar num produto de má qualidade, com perda nutricional, calórica, dano estético, depreciação do valor comercial e risco para a saúde do consumidor (BORGES et al., 2003).

Queijos fabricados a partir de leite cru podem apresentar um grande número de material estranho. Segundo PIMENTEL FILHO et al. (2005), queijos minas artesanais fabricados na região do Alto Paranaíba apresentaram um número elevado de material estranho, incluindo pêlos humanos e de animais, fragmentos de insetos e areia.

Porém, queijos industrializados também podem apresentar materiais estranhos. Análises realizadas por SILVA et al. (2003), em queijos minas frescal, demonstraram que 100% das amostras apresentaram algum tipo de material estranho como partículas carbonizadas, fibras de tecido, matéria terrosa, elemento histológico vegetal, fragmentos de insetos, pêlo humano, pêlo bovino, entre outros.

Portanto, nenhum alimento está inteiramente isento de matérias estranhas, mas é possível o controle em níveis aceitáveis, uma vez que elas podem ser causadoras, direta ou indiretamente, de danos à saúde humana (BORSARI, 2001).

2.3. O processo de maturação dos queijos

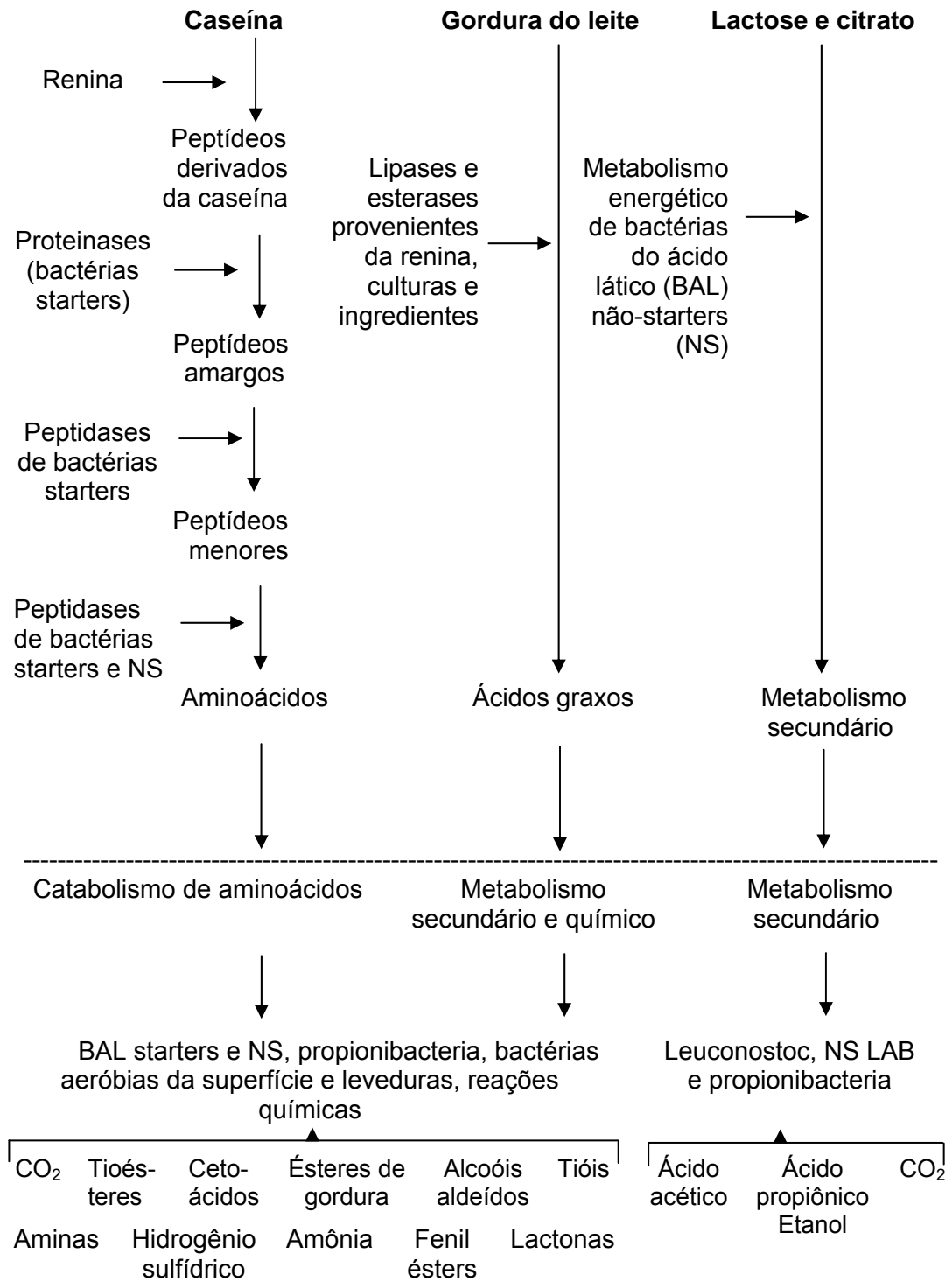
A maturação dos queijos corresponde à fase de transformações físicas, químicas e microbiológicas, que se processam tanto na periferia como no interior da massa, sob a ação de enzimas lipolíticas e proteolíticas, a maior parte de origem microbiana, sendo um fenômeno bastante complexo, pois varia de queijo para queijo (PERRY, 2004; BEHMER, 1985).

Os principais fenômenos bioquímicos (Figura 6) que ocorrem durante a maturação dos queijos são a lipólise e a proteólise.

2.3.1. Lipólise

A lipólise é caracterizada pela hidrólise da gordura, causada por enzimas (lipases) que podem ser provenientes do próprio leite, dos microrganismos endógenos, do fermento adicionado, ou ainda de preparações enzimáticas usadas durante a fabricação, gerando como principais produtos os ácidos graxos voláteis de cadeia curta incluindo o butírico, capróico, caprílico e cáprico (ROBINSON, 1987).

As lipases atuam através da hidrólise da ligação éster, liberando ácidos graxos e convertendo o triacilglicerol em di- e monoglicerídeo, sucessivamente, até a completa separação em glicerol e ácidos graxos livres. Dependendo da estrutura, os ácidos graxos livres (saturados ou insaturados, cadeia curta ou longa) são convertidos em outros componentes através de reações diversas (oxidação, descarboxilação, saponificação) como aldeídos, cetonas, peróxidos etc. que vão conferir sabor e aroma típicos de queijos maturados (KARDEL, 1995).



Fonte: LAW (2001).

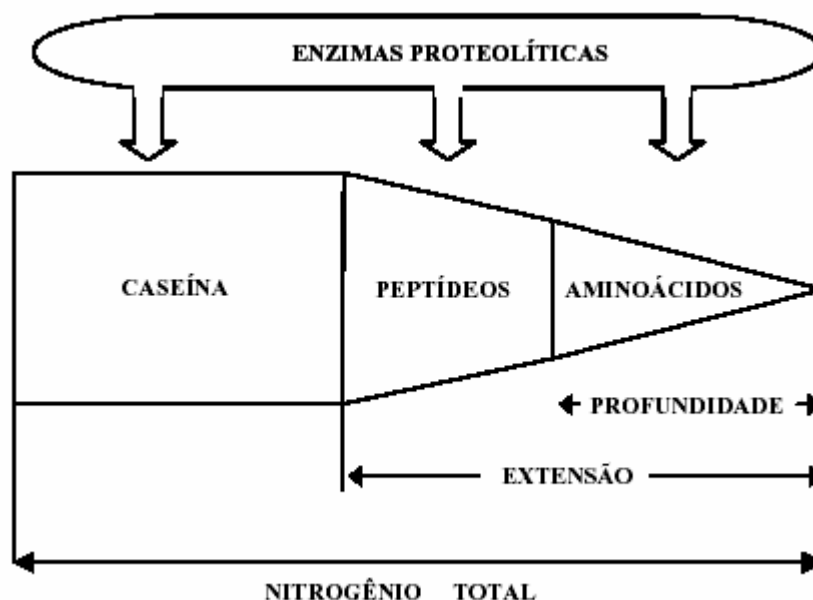
Figura 6 – Bioquímica básica da maturação de queijo.

2.3.2. Proteólise

A proteólise é o principal e mais complexo evento bioquímico que ocorre durante a maturação da maioria das variedades de queijos, dando origem a numerosos produtos, como peptídeos, cetonas e aminoácidos livres, que irão garantir o sabor, aroma e textura característicos dos queijos, devido a atuação de várias enzimas envolvidas no processo, principalmente as microbianas (GUTIERREZ, 2004; SIHUFE et al., 2005).

De todos os compostos presentes na massa do queijo, a proteína é aquele que merece maior destaque, pois é o principal responsável pela elasticidade, textura e formação de compostos que caracterizam o flavor e o aroma do queijo após a proteólise (ECK, 1987).

Segundo WOLFSHOON-POMBO (1983), as mudanças durante a maturação são designadas pela sua “extensão” e “profundidade” de proteólise (Figura 7).



Fonte: WOLFSCHOON-POMBO (1983).

Figura 7 – Representação esquemática dos conceitos de extensão e profundidade da proteólise.

O índice de extensão de maturação (IEM) é resultado da ação proteolítica das enzimas do coalho sobre a caseína do queijo, liberando peptídeos de alto peso molecular. Este índice é um fator de grande importância na composição final e na qualidade do produto, caracterizando-se pela quantidade de substâncias solúveis na fase aquosa dos queijos (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

O índice de profundidade de maturação (IPM) tem a finalidade de verificar a formação de substâncias de baixo peso molecular acumuladas durante o período de maturação, principalmente por causa da ação proteolítica das enzimas microbianas sobre compostos nitrogenados oriundos da degradação da caseína. Compostos característicos dessa degradação são os aminoácidos, oligopeptídeos e aminas (SILVA et al., 1995).

2.3.3. Enzimas responsáveis pelo processo de maturação

As enzimas são catalisadores de natureza orgânica, produzidas por células vivas. Quando complexadas ao substrato, reduzem a energia de ativação das reações e aumentam a velocidade das funções vitais. São proteínas dotadas de grande especificidade, atuando em um pequeno número de substratos diferentes, dependentes das condições do meio, tais como pH, temperatura e força iônica (PINHEIRO e MOSQUIM, 1991).

No leite, as enzimas são encontradas naturalmente, ou são produzidas por microrganismos que o colonizam, atuando de diversas formas, favorecendo ou não o processamento e a vida útil de alguns produtos lácteos, principalmente os queijos.

As enzimas presentes na maturação dos queijos podem ter, possivelmente, cinco origens (FOX et al., 1993) e podem atuar conjuntamente de acordo com o processo de fabricação estabelecido: 1) as naturais do leite (endógenas); 2) as enzimas coagulantes, como a renina e a pepsina; 3) as enzimas produzidas pela cultura starter; 4) as enzimas originadas pela microbiota secundária, e.g. bactérias propiônicas, mofos e leveduras; 5) as enzimas de bactérias não-starters: a) sobreviventes ao

processo de pasteurização, como alguns *Lactobacillus*, *Micrococcus* e *Pediococcus*; e b) contaminantes, incorporados ao leite pasteurizado ou ao leite cru, provenientes, principalmente, de manipuladores e materiais e utensílios que entram em contato com o leite.

2.3.3.1. Enzimas naturais do leite

As principais enzimas naturais do leite são: lactoperoxidase, ribonuclease, xantina-oxidase, catalase, aldolase e lactase, junto a grupos de lipases, proteases, fosfatases, esterases, amilases, oxidases e redutases. Algumas dessas enzimas possuem fraca termorresistência, como a fosfatase alcalina, as lipases e aldolases, não contribuindo, portanto, na maturação de queijos fabricados a partir de leite pasteurizado (ROBINSON e WILBEY, 2002). Porém, têm fundamental importância na maturação de queijos provenientes de leite cru (FOX, 1993).

As lipases naturais do leite atuam sobre os lipídios, liberando ácidos graxos de cadeia curta e, ou longa, que vão acentuar o sabor e o aroma dos queijos durante a maturação (KARDEL et al., 1995). Entretanto, a hidrólise de ácidos graxos contendo de 4 a 10 carbonos conferem sabor desagradável ao produto, enquanto ácidos graxos de 14 a 22 carbonos são sensorialmente inativos (NASCIMENTO et al., 2000).

Algumas lipases naturais do leite são permanentemente ativas, conservando-se junto aos glóbulos graxos, outras são ativadas quando o produto é agitado mecanicamente. No entanto, as lipases naturais do leite são desativadas pela pasteurização (EVANGELISTA, 1998).

As proteases naturais do leite (plasmina) atuam no intervalo de pH entre 6,5 e 8,0 e participam ativamente no processo de cura dos queijos, sendo a β -caseína a proteína mais sensível a essas enzimas. São responsáveis pela textura do queijo, quebrando as ligações peptídicas e liberando aminoácidos (PINHEIRO e MOSQUIM, 1991). De acordo com EARLY (1998), a plasmina e a catepsina D também contribuem para a produção de peptídeos de tamanhos grande a intermediário, originários da quebra da caseína.

2.3.3.2. Enzimas coagulantes

As enzimas coagulantes são endopeptidases pertencentes ao grupo das carboxilproteases, possuindo, em geral, atividade dupla, uma muito específica sobre a κ -caseína, e a outra, de proteólise geral, atuando sobre todas as proteínas e susceptível de se manifestar durante a cura dos queijos (ECK, 1987).

De acordo com WINWOOD (1989), as enzimas coagulantes podem ser de origem animal (quimosina), microbiana, vegetal e ainda recombinante, utilizando-se técnicas de engenharia genética para a sua produção.

Segundo SILVA et al. (1995), a quimosina promove uma proteólise específica sobre a κ -caseína na ligação peptídica Phe₁₀₅ – Met₁₀₆, formando dois segmentos: 01 a 105 – para- κ -caseína (é insolúvel na presença de cálcio e passa a fazer parte da estrutura do coágulo) e 106 a 169 – caseinomacropeptídeo (solúvel na presença de cálcio, sendo perdido no soro).

Alguns laticínios fazem uso de preparações de renina com elevada atividade lipolítica, uso de lipases microbianas ou enzimas pré-gástricas durante a fabricação de queijos, como o romano, por exemplo, resultando em elevados níveis de aminoácidos livres, responsáveis pelo flavor (VARNAM e SUTHERLAND, 1996).

No entanto, o tipo e a dosagem do coagulante usado na elaboração de queijos influenciam no sabor indesejável, podendo haver a formação de peptídeos amargos, intensificando esse defeito durante a maturação dos queijos com maior resíduo de coagulante (FURTADO, 1990).

2.3.3.3. Enzimas produzidas pela cultura starter

Os microrganismos provenientes da cultura starter, durante a maturação dos queijos, liberam enzimas exocelulares para o meio e após a sua morte ainda continuam contribuindo nesse processo, com enzimas intracelulares (ECK, 1987). São quatro grandes grupos pertencentes a essas enzimas:

1) enzimas proteolíticas: desempenham o mais importante papel durante a maturação dos queijos, na formação do aroma e textura característicos. São subdivididas em dois subgrupos: as endopeptidases (ou proteases), que hidrolisam as proteínas liberando peptídeos e as exopeptidases (aminopeptidases, carboxipeptidases, dipeptidases), as quais fracionam os peptídeos em aminoácidos. Microrganismos dos gêneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Kluyveromyces* e *Penicillium* são os principais produtores dessas enzimas. De acordo com EARLY (1998), os *Lactococcus* produzem peptidases que degradam principalmente peptídeos de médio e alto peso molecular, formados pela ação da quimosina. Os peptídeos pequenos e os aminoácidos formados contribuem potencialmente para o flavor e subseqüentemente podem ser transformados em compostos de carbinol e tioésteres, os quais contribuem com o flavor e aroma do queijo.

2) lipases: hidrolisam os triacilgliceróis em ácidos graxos e glicerídeos parciais, sendo as bactérias psicrotróficas grandes produtoras dessas enzimas, juntamente com os fungos dos gêneros *Geotrichum* e *Penicillium*. As bactérias lácticas, por sua vez, possuem fraca atividade lipolítica, atuando melhor em matéria gorda parcialmente hidrolisada.

3) enzimas de degradação dos aminoácidos: são divididas em descarboxilases (formação de aminas), produzidas por *Micrococcus*, *Brevibacterium* e *Enterococcus*; desaminases (liberam amoníaco com formação de ácidos orgânicos e aldeídos), são produzidas por *Lactobacillus casei* e *Geotrichum candidum*; transaminases (formação de ácidos aminados), formadas por bactérias lácticas e *Streptococcus* do grupo D; liases (formação de fenol, indol e compostos sulfurosos), formadas por *Brevibacterium linens*, *Pseudomonas* e *Penicillium camemberti*.

4) enzimas ativas sobre os ácidos graxos: são transformados por duas vias principais: a esterificação (por meio de esterases produzidas por *Pseudomonas* e *Micrococcus*) e a β -oxidação (com a formação de metilcetonas e alcoóis secundários, sendo os fungos filamentosos do gênero *Penicillium* o principal responsável pela produção da enzima).

2.3.3.4. Enzimas originadas pela microbiota secundária

Bactérias propiônicas, *Brevibacterium linens*, mofo e leveduras, tais como *Penicillium roqueforti* e *Penicillium candidum* são de fundamental importância em algumas variedades de queijos (FOX et al., 1993). Esses microrganismos, por possuírem características lipolíticas e proteolíticas bastante acentuadas, são utilizados na fabricação de queijos que exigem um elevado grau de maturação.

De acordo com VARNAM e SUTHERLAND (1996), *Brevibacterium linens* é responsável pela produção de importantes compostos do flavor. Estes incluem 3-metil-1-butanol, feniletanol e 3-metilpropanol derivados da leucina, fenilalanina e metionina, respectivamente. Extensiva quebra de aminoácidos também ocorre em queijos maturados por mofo, com a formação de compostos voláteis como a amônia, aldeídos, ácidos e aminas. Proteinases intracelulares de *Penicillium roquefortii* são de maior significância que as extracelulares, contribuindo notoriamente com o aumento da proteólise global entre a 10^a. e 16^a. semana de maturação, como consequência da liberação de enzimas devido à lise do micélio.

2.3.3.5. Enzimas de bactérias não-starters

As bactérias não-starters como alguns *Lactobacillus*, *Micrococcus* e *Pediococcus* podem estar presentes no queijo dada a sobrevivência desses microrganismos ao processo de pasteurização do leite. Em queijos como o Cheddar e os de origem holandesa (Gouda e Edam), a produção de enzimas por esses microrganismos, provavelmente tem efeito negativo na sua qualidade, embora contribuam para intensificar o flavor desses queijos (FOX et al., 1993).

Em leite cru refrigerado, produzido em condições insalubres, microrganismos psicrófilos são encontrados majoritariamente e são representados principalmente por bactérias Gram-negativas do gênero *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes* e *Enterobacter*. Esses microrganismos são destruídos pelo processo de pasteurização, mas suas

enzimas, proteases e lipases, são termorresistentes e interferem diretamente no processo de fabricação dos queijos, inclusive, durante o período de maturação (BRITO e DIAS, 1998).

As proteases são responsáveis pela diminuição do rendimento em queijos em até 5%, pela quebra das proteínas do leite, causando a perda de compostos nitrogenados para o soro. Já as lipases produzidas por psicrotrofos podem causar rancidez em queijos como o Cheddar e Camembert (EARLY, 1998).

2.3.4. Fatores que envolvem o processo de maturação

De acordo com ROBINSON e WILBEY (2002), o processo de maturação do queijo depende, principalmente, de três fatores: 1) temperatura e umidade da atmosfera em contato com o queijo; 2) composição química da coalhada, como teor de gordura, aminoácidos, ácidos graxos, e outros produtos da ação enzimática; e 3) microbiota residual da coalhada, presente na cultura starter, no leite original utilizado ou da planta industrial e seu ambiente. Já o aumento ou redução dessa microbiota depende pelo menos de cinco fatores: 1) umidade da coalhada; 2) temperatura de armazenamento; 3) pH da coalhada; 4) substâncias inibidoras da coalhada; e 5) potenciais de óxido-redução.

2.3.4.1. Temperatura e umidade

A atividade dos microrganismos e das enzimas envolvidas no processo de maturação dos queijos é determinada pela escolha de certas condições, como a duração do período de maturação, a temperatura na qual o queijo é estocado e a umidade relativa do ar (PERRY, 2004).

Em geral, o aumento da temperatura do ambiente está associado com o aumento da velocidade de maturação, ao passo que a umidade relativa do ar controla a secagem do queijo e seleciona a microbiota da

superfície da massa. Um guia de procedimentos usados na produção das principais categorias de queijos é mostrado no Quadro 1 (EARLY,1998).

Quadro 1 – Guia das condições de maturação para algumas categorias de queijos

Tipos de queijo	Nº. de dias de estocagem	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
Macios	12 – 30	10 – 14	90 – 95
Maturados por mofos	15 – 60	4 – 12	85 – 95
Duros (e.g. Cheddar)	45 – 360	5 – 12	87 – 95
Massa cozida (e.g. Emmental)			
Condição refrigeração	7 – 25	10 – 15	80 – 85
Condição ambiente	25 – 60	18 – 25	80 – 85

Fonte: EARLY (1998).

Experimentos realizados por FOX (1993) com queijo Cheddar, após seis meses de maturação, demonstraram que a 13° C foi encontrada maior intensidade de flavor que a 6° C. Também foi demonstrado que o sabor amargo no queijo foi mais marcado a 6° C, dada a menor intensidade de flavor ou a degradação de peptídeos amargos pelo fato das peptidases não serem favorecidas nessa temperatura.

NARDES (2002) estudou os efeitos do aumento da temperatura de maturação do queijo Zamorano DOP e observou que queijos maturados a 15° C por 63 dias obtiveram as mesmas características proteolíticas que os queijos maturados a 10° C por 100 dias, diminuindo em 37 dias o prazo previsto de comercialização destes queijos sem perder a sua qualidade.

2.3.4.2. Composição química da coalhada

A coalhada do queijo é composta fundamentalmente de caseínas, gordura e água, em proporções variáveis, dependendo do tipo de queijo,

assim como pequenas quantidades de sal, lactose, ácido láctico, proteínas do soro e minerais. Durante a maturação, essa massa é digerida gradualmente por enzimas e o queijo maturado adquire a firmeza, elasticidade ou brandura, características da variedade específica (ROBINSON, 1987).

De acordo com EL SODA (1993), a degradação gradual de proteínas, carboidratos e lipídeos pode ser dividida em dois principais eventos:

1) formação de peptídeos e aminoácidos advindos da caseína; ácidos graxos da gordura; a conversão da lactose para ácido láctico, ou outros produtos da fermentação como CO₂, etanol e ácido acético, podendo também envolver a degradação do citrato.

2) mudanças secundárias envolvem a conversão de produtos finais resultantes das mudanças primárias. Os aminoácidos podem formar aminas, ácidos orgânicos, compostos sulfurados e CO₂. Os ácidos graxos produzem compostos dentre os quais se pode incluir: aldeídos; cetonas; lactonas e alcoóis secundários. Os ácidos orgânicos e CO₂ podem também ser resultantes da fermentação de carboidratos.

2.3.4.3. Microbiota residual da coalhada

A diversidade da microbiota contribui para a complexidade do processo, pois com as espécies em associação são freqüentes os efeitos de sinergia ou de antagonismo. Durante a maturação, verifica-se, portanto, o crescimento e a ação metabólica de inúmeros microrganismos, o que implica a intervenção de uma grande variedade de sistemas enzimáticos (ECK, 1987).

A atividade de água da coalhada pode afetar o metabolismo bacteriano e exercer um efeito osmótico sobre os constituintes celulares. Assim, o crescimento bacteriano e a velocidade de maturação dos queijos ocorrem mais rapidamente em coalhadas ricas em umidade (ROBINSON e WILBEY, 2002).

Da mesma forma, a interação das moléculas de água com os componentes do alimento e o estado em que ela se encontra no mesmo

influenciam todas as propriedades físicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas, controlando a qualidade, estabilidade e a segurança alimentar (FOX, 1993).

2.4. Microrganismos patogênicos em queijos

O leite, por ser um alimento completo, fornece ao homem compostos indispensáveis ao seu crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde. Por sua riqueza nutritiva, é também um excelente meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos, inclusive, patogênicos (CHAPAVAL e PIEKARSKI, 2000).

Alguns exemplos de microrganismos associados a surtos e casos de toxinfecções, em consequência do consumo de leite e derivados contaminados, incluem *Coxiella*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Brucella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* (PINTO e VIANA, 2002).

A fabricação de queijos com a utilização de leite cru, apesar de ser tradicional em muitos estados do país, merece cuidados especiais para se evitar danos à saúde do consumidor. Em Minas Gerais, os queijos artesanais devem atender às exigências da Lei Estadual/MG (2002), que estabelece padrões máximos para os seguintes microrganismos: coliformes a 30° C e a 45° C, *Estafilococos* coagulase positiva, *Salmonella* e *Listeria*.

2.4.1. Coliformes totais

Coliformes totais são bacilos gram-negativos, não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido e gás a 32° C ou 35° C por 48 h, sendo encontrados em fezes, no solo e nos vegetais (APHA, 2001).

As bactérias predominantes neste grupo pertencem aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, cuja presença no alimento indica condições insatisfatórias de higiene durante alguma etapa do

processamento, além de contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

2.4.2. Coliformes fecais

Coliformes fecais são bactérias capazes de fermentar a lactose com a produção de ácido e gás em caldo EC a temperaturas compreendidas entre 44 e 46°C, com ótimo de 44,5 a 45,5°C, por 48 h, sendo a *Escherichia coli* aquela que melhor representa esse grupo, bem como algumas cepas de *Citrobacter* e *Klebsiella* (JAY, 1992).

Coliformes fecais é um grupo que possui, entre outros, três principais gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, dos quais os dois últimos incluem estirpes de origem não-fecal. Assim, a determinação de coliformes a 45°C em alimentos é menos representativa como indicação de contaminação fecal do que a enumeração direta de *Escherichia coli* (SILVA et al., 1997).

De acordo com FRANCO e LANDGRAF (1996), a presença de *Escherichia coli* em alimentos indica condições insatisfatórias de higiene durante ou após a fabricação do produto, sendo um microrganismo indicador de contaminação de águas. Outro aspecto muito importante a ser considerado é que várias linhagens de *Escherichia coli* são comprovadamente patogênicas para o homem e os animais, sendo agrupadas em cinco classes: *E. coli* enteropatogênica clássica, *E. coli* enteroinvasora, *E. coli* enterotoxigênica, *E. coli* entero-hemorrágica (apresenta o sorotipo O157:H7) e *E. coli* enteroagregativa.

2.4.3. Estafilococos coagulase positivo

A maioria dos *Estafilococos* coagulase positivo é composta pelas bactérias *Staphylococcus intermedius*, *Staphylococcus hyicus* e, a mais importante delas, *Staphylococcus aureus* (FRAZIER e WESTHOFF, 1988).

São cocos Gram-positivos, pertencentes à família *Micrococcaceae*, anaeróbias facultativas, com temperatura de crescimento na faixa de 7°C a 47,8°C, produzindo enterotoxinas entre 10°C e 46°C (ótimo entre 40 e 45°C). São tolerantes a elevadas concentrações de sal e nitratos e podem ser encontradas no solo, na água, ar, nos homens e animais (MENDONÇA et al., 2003).

São nove as enterotoxinas estafilocócicas: SEA, SEB, SEC, SED, SEE, SEG, SEH, SEI e SEJ. Entretanto, a intoxicação geralmente não leva à morte, a não ser em pessoas mais susceptíveis, como idosos, onde doses agudas podem ser letais em virtude de complicações (BALABAN e RASOOLY, 2000; CARMO et al., 2002).

Segundo MENDONÇA et al. (2003), as toxinas podem ser detectadas quando números iguais ou superiores a 10^6 células de *Staphylococcus aureus* estão ou estiverem presentes no alimento, sendo a toxina SEA a mais comum. Os sintomas apresentados pelos enfermos são: náuseas, vômitos, cólicas abdominais e sudorese, variando com o grau de suscetibilidade do indivíduo, com a concentração da enterotoxina no alimento e a quantidade ingerida.

Quando encontrado no leite, o *Staphylococcus aureus* geralmente está associado a condições insalubres de higiene e à presença de mastite, que é uma inflamação da glândula mamária, causando sérios prejuízos à produção de leite e derivados (CAMARGOS, 1998).

Dessa forma, queijos fabricados a partir de leite cru, com altas contagens de *Staphylococcus aureus*, estão sujeitos à presença de enterotoxinas. De acordo com VERAS, et al. (2003), análises realizadas pela FUNED (Fundação Ezequiel Dias), no período de 1997 a 2002, em queijos artesanais sem a origem determinada, comercializados nas cidades de Manhuaçu, Itaúna, Uberlândia e Belo Horizonte, tiveram a presença de enterotoxina estafilocócica.

Entretanto, entre 2003 e 2004, análises realizadas pela mesma Fundação, em mais de quarenta amostras de queijos minas artesanais pertencentes às regiões do Serro e de Araxá não apresentaram enterotoxina estafilocócica, mesmo havendo contagens de *Staphylococcus aureus* superiores a 10^6 UFC/g (PINTO, 2004; ARAÚJO, 2004).

2.4.4. *Salmonella* sp

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*, sendo caracterizado como bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, não-formadores de esporos, pH de crescimento entre 4 e 9, com ótimo de 7, temperatura de crescimento entre 7°C e 47° C (ótima entre 35 e 37° C) e Aw mínima para crescimento de 0,94 (JAY, 1992).

De acordo com FRANCO e LANDGRAF (1996), as doenças causadas por *Salmonella* se subdividem em três grupos: a febre tifóide, causada por *Salmonella typhi*, as febres entéricas, causadas por *Salmonella paratyphi* (A, B e C) e as enterocolites (ou salmoneloses), causadas pelas demais salmonelas. Geralmente, os sintomas são caracterizados por diarreia, febre, dores abdominais e vômitos, aparecendo após 12 a 36 h após o contato com o microrganismo, durando entre um e quatro dias.

Salmonella ocupa o segundo lugar como agente etiológico mais envolvido em doença diarreica e é um dos principais causadores de casos fatais, decorrente de complicações surgidas nos pacientes afetados. A taxa de mortalidade situa-se ao redor de 4,1% sendo que os ovos, carnes de aves, produtos cárneos processados e produtos lácteos são alimentos que mais comumente veiculam o microrganismo (MENDONÇA et al., 2003).

A legislação brasileira (ANVISA, 2001) estabelece ausência de *Salmonella* em amostras mínimas de 25g de produtos lácteos e demais alimentos.

Estudos realizados por FEITOSA et al. (2003) encontraram em queijos Coalho e Manteiga a presença de *Salmonella* sp. em 9% e 15% das amostras analisadas, respectivamente. ARAÚJO (2004), em trabalhos realizados com queijos minas artesanais da região de Araxá, encontrou *Salmonella* sp. em 7 das 37 amostras analisadas, enquanto PINTO (2004) não detectou a presença desse microrganismo em nenhuma das 33 amostras de queijos analisadas na região do Serro.

2.4.5. *Listeria* sp

Os microrganismos que pertencem ao gênero *Listeria* são definidos como sendo bastonetes Gram-positivos, não-formadores de esporos, catalase positivos. São psicrotróficos, crescem numa ampla faixa de temperatura que varia de 1°C a 45°C e em atividade de água de 0,97 (JAY, 1992).

Dentre as sete espécies de *Listeria* que constituem o seu gênero, a *Listeria monocytogenes* tem sido relatada como o principal patógeno para seres humanos e animais (PINTO, et al, 1999).

Listeria monocytogenes encontra-se amplamente distribuída na natureza. Tanto o homem como os animais e o ambiente servem de reservatório dessa bactéria. O sintoma mais comum é a febre, mas fadiga, mal-estar, náusea, vômitos, dores e diarreia também podem aparecer. Em mulheres grávidas, pode haver a invasão do feto e, dependendo do estágio em que a gravidez se encontra, pode ocorrer aborto, parto prematuro ou septicemia neonatal (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

De acordo com PINTADO et al. (2005), o uso de leite cru na fabricação de queijos levanta particular interesse na saúde pública, por causa da possibilidade de incidência de *Listeria monocytogenes*, bem como de outras bactérias patogênicas.

PINTO (2004) e ARAÚJO (2004) não encontraram *Listeria* sp. em nenhuma das amostras de queijos minas artesanais analisadas nas regiões do Serro e de Araxá. Entretanto, existem relatos na literatura de incidência de *Listeria monocytogenes* em queijos (CORDANO e ROCOURT, 2001; PAK et al., 2002).

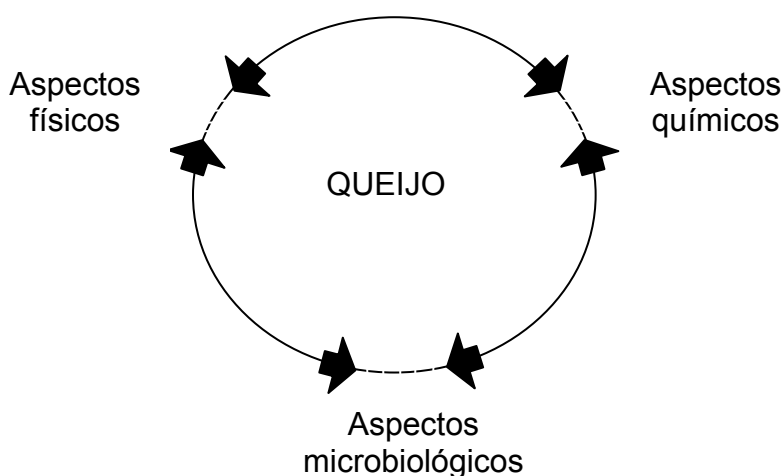
Da mesma forma que a *Salmonella* sp., a legislação brasileira (ANVISA, 2001) também exige a ausência de *Listeria* sp. em amostras mínimas de 25g em alimentos.

2.5. Controle de microrganismos patogênicos em queijos

Uma das principais fontes de contaminação do queijo é o leite, que pode apresentar patógenos oriundos dos próprios animais, dos manipuladores e equipamentos, em razão de práticas higiênicas insatisfatórias durante a ordenha, a estocagem, o transporte e o processamento do produto. Para assegurar a inocuidade do leite e de seus derivados, sistemas de barreiras múltiplas devem ser usados para reduzir o risco para o consumidor, como o manejo adequado do rebanho animal, a erradicação de certas doenças animais, a adoção de boas práticas de produção e práticas higiênicas na ordenha (VANETTI, 2003).

Quando o queijo é fabricado a partir de leite cru, os cuidados durante as etapas de fabricação devem ser redobrados, pois o mesmo não recebe nenhum tipo de tratamento que possa eliminar a contaminação.

Entretanto, uma das formas de melhorar a qualidade microbiológica de um queijo, mesmo havendo uma contagem inicial de patógenos elevada, é a maturação, uma vez que ela favorece a combinação de fatores físicos, químicos e microbiológicos (Figura 8) considerados fundamentais para a estabilidade e segurança do queijo (MARCOS, 1993).



Fonte: FOX (1993).

Figura 8 – Fatores que interferem na estabilidade e segurança do queijo.

Segundo FERREIRA (2004), os fatores que mais afetam o crescimento dos microrganismos no queijo são temperatura (T), potencial de redox (Eh), atividade de água (Aw) e pH (Figura 9). Destes, a atividade de água está diretamente relacionada ao conteúdo de umidade do queijo e à concentração de sal (FURTADO, 1990).

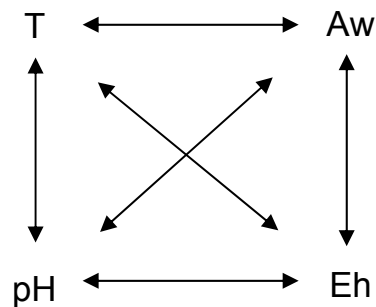


Figura 9 – Fatores que afetam o crescimento microbiano no queijo.

Além dos fatores físico-químicos, vários pesquisadores (ALEXANDRE et al., 2002; CARIDI et al., 2003; RODRIGUEZ, et al., 2005; MACEDO et al., 2004) já identificaram atividade antimicrobiana de bactérias lácticas frente a microrganismos patogênicos como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella*.

Segundo MORENO et al. (2000), a atividade antimicrobiana das bactérias lácticas não é restrita aos principais produtos de sua função metabólica (ácidos orgânicos). Dependendo das condições de crescimento, essas bactérias produzem outros compostos formados no catabolismo celular, as chamadas bacteriocinas, que são compostos protéicos biologicamente ativos, com modo de ação bactericida contra microrganismos Gram-positivos, deteriorantes e, ou patogênicos.

Substâncias antibacterianas e bacteriostáticas presentes no leite cru também podem auxiliar no controle de patógenos, com destaque para os seguintes sistemas de inibição: lactoperoxidase-tiocianato, aglutininas, lisozima e lactoferina (ECK, 1987).

2.6. Boas práticas de fabricação

As boas práticas de fabricação (BPF) são um conjunto de normas empregadas em produtos, processos, serviços e edificações, visando à promoção e à certificação da qualidade e da segurança do alimento (TOMICH et al., 2005).

Segundo FREITAS e MARQUES (2001), a utilização das boas práticas de fabricação por produtores rurais é fundamental para a melhoria do ambiente e da manutenção dos recursos naturais, além de garantir produtos de padrão mais elevado, aumentando a qualidade de vida das pessoas que os consomem.

A adoção das boas práticas de fabricação tem crescido em todo o mundo como forma de reduzir os riscos de contaminações nos alimentos, desde a sua produção até o processamento (CRUZ et al., 2005).

De acordo com ROBBS e CAMPELO (2002), as boas práticas de fabricação quando aplicadas no campo são priorizadas nos seguintes aspectos: a) saúde do rebanho (manejo sanitário, controle de zoonoses, manejo nutricional e manejo da ordenha); b) projeto das construções rurais (localização, dimensionamento, ventilação, iluminação, pisos e paredes, escoamento sanitário, vestiário e dependências sanitárias para os trabalhadores); c) qualidade da água (tratamento de sujidades e microrganismos contaminantes); d) higiene pessoal e operacional (hábitos higiênicos); e) controle integrado de pragas (com ênfase aos roedores); e f) treinamento dos colaboradores (preferencialmente na própria fazenda).

Na produção do queijo minas artesanal, as boas práticas de fabricação são abordadas em três portarias baixadas pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA, 2002b): Portaria nº. 517, de 14 de junho de 2002 (estabelece normas de defesa sanitária para rebanhos fornecedores de leite para a produção de queijo minas artesanal); Portaria nº. 518, de 14 de junho de 2002 (dispõe sobre requisitos básicos das instalações, materiais e equipamentos para a fabricação do queijo minas artesanal); e Portaria nº. 523, de 23 de julho de 2002 (estabelece normas sobre as condições higiênico-sanitárias e as boas práticas de manipulação e fabricação).

O uso de elementos suporte (manuais, cartilhas, check list, questionário estruturado e procedimentos padrão de higiene operacional), para a implementação das boas práticas de fabricação, é de extrema importância para o direcionamento das ações dos produtores de forma mais rápida e organizada.

O manual das boas práticas de fabricação aborda toda a cadeia produtiva dos queijos minas artesanais, desde a sanidade do rebanho até o armazenamento e transporte dos queijos, orientando o produtor rural na tomada de medidas básicas para o cumprimento da legislação. Entretanto, o manual de BPF não é o mesmo para todas as unidades produtoras, podendo sofrer alterações de acordo com as características de cada uma delas.

A cartilha das boas práticas de fabricação também é um material que aborda todos os seus elementos, de forma mais sucinta, baseada em história ilustrativa, que desperta o produtor rural para a necessidade das mudanças previstas em lei (FERREIRA e MARTINS, 2006).

Já o check list (lista de conformidades com as exigências da legislação) é um instrumento utilizado na verificação das condições em que se encontra uma unidade produtora e deve ser formulado de forma a atender todas as etapas que envolvem o processo de produção.

O questionário estruturado aborda temas de informações gerais que revelam características importantes dos meios de produção dos queijos minas artesanais e de seus produtores (PINTO, 2004).

Por sua vez, os procedimentos padrões de higiene operacionais (PPHO) são procedimentos estabelecidos para cada um dos itens das boas práticas de fabricação, considerados de importância crítica no aspecto higiênico. Os PPHO são divididos em nove: 1) segurança da água; 2) condições e higiene das superfícies de contato com o alimento; 3) prevenção contra a contaminação cruzada; 4) higiene dos empregados; 5) proteção contra contaminantes e adulterantes do alimento; 6) identificação e estocagem adequadas de substâncias químicas e de agentes tóxicos; 7) saúde dos empregados; 8) controle integrado de pragas; e 9) registros (BRASIL 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Consumo de queijos em diversos países. Informação pessoal: abiq@abiq.com.br. 18/09/2006.

ALEXANDRE, D. P., SILVA, M. R., SOUZA, M. R., SANTOS, W. L. M. Atividade antimicrobiana de bactérias lácticas isoladas de queijo Minas artesanal do Serro (MG) frente a microrganismos indicadores. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**. v. 54, n. 04. Belo Horizonte. Jul/Ago, 2002.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico n. 12, de 7 de outubro de 2004. Disponível em: www.anvisa.gov.br.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Ministério da Saúde, Brasil.

A.O.A.C. Extraneous Materials: Isolation. In: _____. Official Methods of Analysis, 14th ed., Washington, D.C., 1984. p.887–935.

APHA. American Public Health Association. **For the Examination of Dairy Products**. Ed. Robert T. Marshall. 17 Ed. 2001.

ARAÚJO, R. A. B. M. **Diagnóstico socioeconômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo minas artesanal da região de Araxá**. Viçosa: UFV. 2004. 148 p. Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

BALABAN, N., RASOOLY, A. Staphylococcal enterotoxins. *International Journal of Food Microbiology*. v. 61, p. 1-10. 2000.

BARBIERI, M. K. **Microscopia em alimentos**: identificação histológica, isolamento e detecção de material estranho em alimentos. Manual técnico. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, São Paulo. 1990.

BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite** – Produção, industrialização e análise. 15. ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1985.

BEUX, M. R. **Atlas de microscopia alimentar**: identificação de elementos histológicos vegetais. São Paulo: Livraria Varela, 1997.

BORGES, L. R., LAZZARI, S. M. N., LAZZARI, F. A. Análise de matérias estranhas em amostras de erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil., provenientes de sistemas de cultivo nativo e adensado. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 62, n.2, p. 77-82, 2003.

BORSARI, P. L. A importância da análise microscópica e histológica em leites e derivados. **Rev. Aditivos & Ingredientes**, nº 16, set/out, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Resolução nº 07, de 28 de novembro de 2000. Anexo I: Critérios de Funcionamento e de Controle da Produção de Queijarias, para Seu Relacionamento Junto ao Serviço de Inspeção Federal. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Resolução nº 10, de 22 de maio de 2003. Programa Genérico de PROCEDIMENTOS PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL - PPHO, a ser utilizado nos estabelecimentos de leite e derivados que funcionam sob o regime de Inspeção Federal, como etapa preliminar e essencial dos Programas de Segurança Alimentar do tipo APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). Brasília, 2003.

BRITO, J. R. F., DIAS, J. C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA / São Paulo: TORTUGA, 1998. 88p.

CAMARGOS, C. R. M. **Qualidade do leite**. Manual da Cooperativa. Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais - ITAMBÉ. Belo Horizonte - MG. Novembro, 1998.

CARIDI, A., MICARI, PIETRO., CAPARRA, P., CUFARI, A., SARULLO, V. Ripening and seasonal changes microbial groups and in physico-chemical properties of the ewes' cheese Pecorino del Poro. **International Dairy Journal**. n. 13, 191 - 200. 2003.

CARMO, L. S. do., DIAS, R. S., LINARDI, V. R., SENA, M. J. de., SANTOS, D. A., FARIA, M. E. de., PENA, E. C., JETT, M., HENEINE, L. G. Food poisoning due to enterotoxigenic strains of *Staphylococcus* present in Minas cheese and raw milk in Brazil. **Food Microbiology**. v. 19, p. 9 - 14. 2002.

CHAPAVAL, L., PIEKARSKI, P. R. B. **Leite de qualidade**. Manejo reprodutivo, nutricional e sanitário. Editora Aprenda Fácil. Viçosa - MG. 2000. 195p.

COPSERRO. Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro. Informação pessoal: copserro@uai.com.br. Agosto de 2006.

CORDANO, A. M., ROCOURT, J. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in food in Chile. **International Journal of Food Microbiology**. n. 70, p. 175 - 178. 2001

CRUZ, A. G., CENCI, S. A., MAIA, M. C. A. Good agricultural practices in a Brazilian produce plant. **Food Control**. n. 17, p. 781 - 788. 2005.

EARLY, R. **The technology of dairy products**. 2ª ed. Edição: Ralph EARLY. Londres. 1998.

ECK, ANDRÉ. O Queijo, 1º Volume, coleção EUROAGRO, Publicações Europa – América, 1987, 336p.

EL SODA, M. A. EL. The role of lactic acid bacteria in accelerated cheese ripening. **Microbiology Reviews (FEMS)**, v. 12, p. 329-252, 1993.

EMATER. Queijo Minas Artesanal: Tradição e Qualidade que Revelam Minas. **Revista da EMATER** – MG. Ano XXII – n. 80. Agosto de 2004. p. 8-9.

EMATER. Ações Extensionistas para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista da EMATER** – MG. Ano XXII – n. 77. Julho de 2003. p. 16 – 17.

EMATER. Agroindústria Artesanal. Incremento de Ocupação e Renda familiar. Relatório de Atividades. p. 21. 2002.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu. 1998.

FEITOSA, T., BORGES, M. F., NASSU, R., AZEVEDO, E. H. F., MUNIZ, C. R. Pesquisa de *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, n. 23, p. 162-165. Dez. 2003.

FERREIRA, C. L. L. F. Fatores que afetam o crescimento de microrganismos em queijo. **Revista Leite e Derivados**. Ano XIII, n. 76. p. 91-96. Mar/Abr 2004.

FERREIRA, C. L. L. F., MARTINS, J. M. **Produção de queijo minas artesanal com qualidade**. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. 2006. 8p. ISBN: 859062420-x.

FONTES, E. A. F., FONTES, P. R. Microscopia de alimentos: fundamentos teóricos. **Caderno didático**. Editora UFV. UFV. Viçosa. 2005. 151p.

FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. v. 1, General aspects. London U. K. 1993. Chapman & Hall, 2. ed., 1993. 601 p.

FOX, P. F., LAW, J., McSWEENEY, P. L. H., WALLACE, J. Biochemistry of cheese ripening. In: FOX, P. F. **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**. v. 2, Major cheese groups. London U. K. 1993. Chapman & Hall, 2 ed., p.388-438, 1993.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. Capítulo 4 - Microrganismos patogênicos de importância em alimentos. São Paulo: Editora Atheneu. 1996. 182 p.

FRAZIER, W. C., WESTHOFF, D. C. **Food Microbiology**. 4^a ed. New York: Mc Graw-Hill, 1988. 494 p.

FREITAS, F. I. C., MARQUES, J. C. F. Manual das boas práticas agrícolas. Conservação do solo e da água. Região Autônoma da Madeira Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais. Portugal. 2001. Disponível em: www.gov-madeira.pt/sra/geomedia/BalcaoVerde. Acessado em: 10/04/2006.

FURTADO, M. M., MOSQUIM, M. C. A. V., FERNANDES, A. R., DA SILVA, C. A. B. **Produção de queijo minas curado e meia-cura**. Projetos de Empreendimentos Agroindustriais: Produtos de Origem Animal. Ed. UFV, v. 1. Viçosa: UFV – MG. 2003.

FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. 2 ed. São Paulo: Globo, 295p. 1990.

FURTADO, M. M. Queijo do Serro: Tradição na história do povo mineiro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 35, n. 210, p. 33-36, 1980.

GLOBO RURAL. Queijo: Mineiros Tentam Ajustar Modernidade e Produção Artesanal. **Revista Globo Rural**. Ano 17 n. 200, junho de 2002.

GUTIERREZ, É. M. R., DOMARCO, R. E., SPOTO, M. H. F., BLUMER, L., MATRAIA, C. Efeito da radiação gama nas características físico-químicas e microbiológicas do queijo prato durante a maturação. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, nº 4. Campinas, Out/Dez, 2004.

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 546, de 29 de outubro de 2002 - Identifica a microrregião do Serro. 2002a.

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 517, de 14 junho de 2002 - Estabelece normas de defesa sanitária para rebanhos fornecedores de leite para produção de queijo minas artesanal. Portaria nº 518, de 14 de junho de 2002 - Dispõe sobre requisitos básicos das instalações, materiais e equipamentos para a fabricação do queijo minas artesanal. Portaria nº 523, de 3 de julho de 2002 - Dispõe sobre as condições higiênico-sanitárias e boas práticas na manipulação e fabricação do queijo minas artesanal. 2002b.

JAY, J. M. **Modern food microbiology**. 4. ed. New York: Chapman & Hall, 1992. 701 p.

KARDEL, G., FURTADO, M. M., LOURENÇO NETO, J. P. M. O uso de lipase na fabricação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora. v. 50. n. 295, p. 45 - 49. Set/Out, 1995.

LAW, B. A. Controlled and accelerated cheese ripening: the research base for new technologies. **International Dairy Journal**. n. 11. p. 383 - 398. 2001.

LEI ESTADUAL/MG n. 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal e dá outras providências. Belo Horizonte, 2002.

MACEDO, A. C., TAVARES, T. G., MALCATA, F.X. Influence of native lactic acid bacteria on the microbiological, biochemical and sensory profiles of Serra da Estrela cheese. **Food Microbiology**. n. 21, p. 233 - 240. 2004.

MARCOS, A. Cheese: chemistry, physics and microbiology. v. 1, General aspects. Cap. 11 - Water activity in cheese in relation to composition, stability and safety. P. 439 - 469. London U. K. 1993. Chapman & Hall, 2. ed., 1993.

MATEU, J. B. **Atlas de microscopia**. Rio de Janeiro. Editora Ediciones Jover, S. A. 1ª edição portuguesa. 1972.

MENDONÇA, R. C. S., VIEIRA, E. N. R., OLIVEIRA, K. A. M. **Patógenos na indústria de carnes**. Microbiologia de Alimentos: qualidade e segurança na produção e consumo. Editado por Regina Célia Santos Mendonça ... [e outros]. Viçosa, 2003. 209p.

MENDOZA, C., OYÓN, R. Estúdio comparativo de dos coberturas para queso llanero madurado. **Rev. Fac. Agron. Maracay**. n. 28, p. 1-11. 2002.

MORENO, I., LERAYER, A. L., VIALTA, A., SOUZA, G. Características gerais de bacteriocinas de bactérias lácticas. **Revista Indústria de Laticínios**. Ano 5, nº 29. p. 57 - 60. Set/Out, 2000.

MUNDO DO LEITE. Produção, Industrialização e Consumo. **Revista Mundo do Leite**. n. 04. DBO Editores. Maio de 2003.

NARDES, R. E. F. **Caracterização do queijo Zamorano DOP sob condições de maturação acelerada por modificações na temperatura**. Viçosa: UFV. 2002. 230 p. Dissertação, Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

NASCIMENTO, W. C. A., FURTADO, M. M., ROSA, C. C. B. O uso de lípase na identificação do sabor e aroma de queijos Parmesão e Provolone. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora. n. 315, v. 55. p. 94-97. 2000.

ÖNER, Z., KARAHAN, A. G., ALOGLU, H. **Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening**. LWT. n. 39, pg 449 - 454. 2006.

PAK, S., SPAHR, U., JEMMI, T., SALMAN, M. D. Risk factors for *L. monocytogenes* contamination of dairy products in Switzerland, 1990 - 1999. **Preventive Veterinary Medicine**. n. 53, p. 55 - 65. 2002.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Revista Química Nova**. v. 27, nº 2, 293 - 300. 2004.

PIMENTEL FILHO, N. J., MARTINS, J. M., RAMOS, M. P. P., ROSADO, M. S., OLIVEIRA, N. P., CUNHA, L. R., COSTA, K. F., FERREIRA, C. L. L. F. Características microscópicas de queijo minas artesanal da região do Alto Paranaíba. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"** (ILCT). Juiz de Fora. MG. v. 60, n. 345. Pg. 298 – 301. Jul/Ago de 2005.

PINHEIRO A. J. R., MOSQUIM, M. C. A. V. **Apostila. Processamento de leite de consumo.** Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Viçosa. 1991.

PINTADO, C. M. B. S., OLIVEIRA, A., PAMPULHA, M. E. FERREIRA, M. A. S. S. Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from soft cheese. **Food Microbiology.** n. 22, p. 79 - 85, 2005.

PINTO, M. S. **Diagnóstico socioeconômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo minas artesanal do Serro.** Viçosa: UFV. 2004. 133 p. Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

PINTO, C. L. O., TUÑÓN, G. I. L., VANETTI, M. C. D., ANDRADE, N. J. *Listeria monocytogenes*: uma preocupação atual para a indústria de Laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes.** n. 306, v. 54. p. 3 - 10. Jan/Fev, 1999.

PINTO, C. L. O., VIANA, E. S. **Higiene na Indústria de Laticínios.** Workshop “Garantia da Qualidade e Higienização na Indústria de Laticínios”. Editado por Juliano Gomide de Souza. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Viçosa - MG. 2002. 178p.

ROBBS, P. G., CAMPELO, J. C. F. **Segurança alimentar na cadeia do leite.** EPAMIG/CT/ILCT, Embrapa gado de Leite. Juiz de Fora. 2002. 226p.

ROBINSON, R. K. **Microbiologia lactologica:** Microbiologia de los productos lácteos. v. II. Ed. Acribia, S. A. 1987.

ROBINSON, R. K., WILBEY, R. A. **Fabricación de queso.** R. SCOTT. Editora ACRIBIA, S.A. 2ª ed. 488p. 2002.

RODRÍGUEZ, E., CALZADA, J., ARQUÉS J. L., RODRÍGUEZ, J. M., NUÑES, M., MEDINA, M. Antimicrobial activity of pediocin-producing *Lactococcus lactis* on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7 in cheese. **International Dairy Journal.** n. 15, p. 51 - 57. 2005.

SCHICKORE, J. **Cheese mites and other delicacies: the introduction test objects into microscopy.** Review. Endeavour. v. 27, n.3. p. 134 – 138. September, 2003.

SIHUFE, G. A., ZORRILLA, S. E., RUBIOLO, A. C. The effect of trichloroacetic acid on water-soluble fractions from Fynbo cheese. **Food Chemistry.** n. 93, p. 305 -310. 2005.

SILVA, C. A. O., MARTINS, F. O., BRANDÃO, S. C. C. Qualidade microscópica de queijo Minas Frescal comercializado na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Anais do XXIII Encontro Nacional de Analistas de Alimentos (ENAAL). Novas Tecnologias em Alimentos: Impactos e Riscos à Saúde. Rio de Janeiro. Junho de 2003.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A., SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 1. ed. São Paulo-SP: Livraria Varela Ltda., 1997.

SILVA, P. H. F., PINHEIRO, A. J. R., GOMES, J. C. PARREIRAS, J. F. M., MOSQUIM, M. C. A. V., FURTADO, M. M. Desenvolvimento de metodologia analítica para avaliação de proteólise em queijos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora. n. 295, v. 50. p. 15 - 29. 1995.

TOMICH, R. G. P., TOMICH, T. R., AMARAL, C. A. A., JUNQUEIRA, R. G., PEREIRA, A. J. G. Metodologia para avaliação das boas práticas de fabricação em indústrias de pão de queijo. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.1, p. 115 - 120, jan/mar 2005.

VANETTI, M. C. D. **Microrganismos patogênicos em leite. Microbiologia de Alimentos: qualidade e segurança na produção e consumo**. Editado por Regina Célia Santos Mendonça ... [e outros]. Viçosa, 2003. 209p.

VARNAM, A. H., SUTHERLAND, J. P. Milk and Milk Products. **Technology, Chemistry and Microbiology**. Ed. Chapman & Hall. v. 1, Food Products Series. 1996.

VERAS, J. F., SANTOS, D. A. dos., DO CARMO, L. S., FERNANDES, T. de M. G., AZALIN, C. C., SILVA, M. C. C. da., MARTINS, R. T., CERQUEIRA, M. M. O. P. Levantamento de surtos de toxinfecção alimentar envolvendo leite e produtos derivados no estado de Minas Gerais, Brasil. Anais do VII Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos. 01 a 04 de abril de 2003, p. 218-219.

WINWOOD, O. Rennet and rennet substitutes. **Journal of the Society of Dairy Technology**. v. 42. p. 1 - 2. 1989.

WOLFSHOON-POMBO, A. F., LIMA, A. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora. n. 44, p. 261-266. 1989.

WOLFSHOON-POMBO, A. F. Índice de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Revista Boletim do Leite**. Rio de Janeiro, v. 51, nº 661, p. 1 – 8, 1983.

CAPÍTULO I

IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAIS ESTRANHOS EM QUEIJO MINAS ARTESANAL DA REGIÃO DO SERRO E DIAGNÓSTICO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NAS UNIDADES PRODUTORAS

1. INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil vem crescendo gradativamente nos últimos anos, atingindo cerca de 25 bilhões de litros em 2005, sendo Minas Gerais o maior produtor, com mais de 6 bilhões de litros. Paralelo a esse crescimento, a produção nacional de queijos vem também aumentando, chegando a 553 mil toneladas em 2005 (ABIQ, 2006; EMBRAPA, 2006).

Minas Gerais é também o maior produtor de queijos do Brasil, com considerável produção de queijo artesanal, caracterizada principalmente pela presença da agricultura familiar, localizada em quatro principais regiões do estado: Alto Paranaíba, Araxá, Serra da Canastra e Serro (EMATER, 2004).

Apesar de algumas alterações já ocorridas em algumas unidades produtoras, como a utilização de ordenhadeira mecânica e a modernização das instalações físicas, a fabricação do queijo minas artesanal ainda segue a mesma receita do passado, mantendo uma tradição secular, passada de geração a geração.

Esse modo peculiar de produção envolve materiais, equipamentos e utensílios que fogem dos padrões convencionais da indústria. Alguns exemplos podem ser destacados, como o uso de mesas de ardósia (Figura 10) e de madeira, que servem de suporte durante a enformagem e dessoragem dos queijos, o uso de pás de madeira para a quebra e mexedura da massa e uso de tanques plásticos para a coagulação do leite.



Figura 10 – Mesa de ardósia usada na dessoragem do queijo Minas artesanal do Serro.

Além disso, estes queijos são fabricados a partir de leite cru, filtrado em filtros plásticos, cobertos por tecidos de algodão ou outro material devidamente higienizado (Figura 11), como a única forma de eliminação das sujidades adquiridas durante ou após a ordenha.



Figura 11 – Filtração do leite com auxílio de tecido para a fabricação do queijo Minas artesanal do Serro.

Considerando-se o modo tradicional de fabricação do queijo minas artesanal, o uso da análise microscópica poderá fornecer informações importantes sobre as suas condições higiênico-sanitárias, desde a obtenção da matéria-prima até o seu comércio, além de detectar possíveis fraudes que acaso possam ocorrer.

Estudos realizados por PIMENTEL FILHO et al. (2005), na região do Alto Paranaíba, identificaram material estranho em todas as amostras de queijos minas artesanais analisadas, destacando-se pêlos humanos e de animais, fragmentos de insetos e areia.

Outros pesquisadores (PINTO, 2004; ARAÚJO, 2004; ARAÚJO et al., 2005; MARTINS et al., 2005) revelaram a necessidade da implementação das boas práticas de fabricação (BPF) nas unidades produtoras de queijos minas artesanais das regiões do Serro, da Serra da Canastra e de Araxá, como forma de melhorar as condições de processamento e a qualidade desses produtos.

As boas práticas de fabricação (BPF) são um conjunto de princípios, regras e procedimentos que regem o correto manuseio dos alimentos, desde as matérias-primas até o produto final (GONÇALO, 2002).

O uso de materiais suporte, como questionário estruturado e check list para a avaliação das BPF na produção dos queijos minas artesanais, além de possibilitar a detecção de possíveis causas da presença de materiais estranhos, pode também indicar as principais pendências das unidades produtoras quanto às adequações estabelecidas pela legislação (BRASIL, 2000; LEI ESTADUAL/MG, 2002), auxiliando os produtores na tomada de decisão.

Dessa forma, esta pesquisa teve como principais objetivos identificar a presença de materiais estranhos em queijos minas artesanais da região do Serro e diagnosticar as boas práticas de fabricação utilizadas nas unidades produtoras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Definição das amostras

Foram escolhidas aleatoriamente, de uma lista de propriedades filiadas à Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, oito unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro (Sabinópolis, Santo Antônio de Itambé e Serro), em diferentes níveis de adequação quanto às exigências da legislação (LEI ESTADUAL nº 14.185/2002).

Para a identificação de materiais estranhos, amostras individuais de queijos artesanais foram coletadas, nas unidades produtoras de origem, em dois períodos do ano, seca e águas, sendo transportadas sob refrigeração, devidamente embaladas, para o laboratório de Microscopia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, onde foram analisadas.

O diagnóstico das boas práticas de fabricação também foi realizado nas oito unidades produtoras, apenas no período da seca, pelo fato de não ter havido alterações entre esse período e o período das águas.

2.2. Preparo das amostras para análise de material estranho

Empregou-se a técnica da hidrólise ácida, seguida de filtração, adaptada da A.O.A.C. (REF. A.O.A.C. nº 96.049, 1984). Foram pesadas

225g de cada amostra de queijo, cortadas em cubos de aproximadamente 6mm, e colocadas em um béquer de 2,0 litros. Logo após, foram adicionados 1.000 mL de H₃PO₄ (ácido fosfórico) (1 + 40) fervente, seguindo-se homogeneização lenta por 15 min, até total dispersão e solubilização das amostras.

A solução foi filtrada em papel filtro Whatman nº 4, com auxílio de um funil de Buchner, de um Kitassato e de uma bomba a vácuo. Para facilitar a filtração, foram utilizados cerca de 800 mL de água destilada fervente para cada amostra. Em algumas amostras, adicionou-se álcali diluído (NaOH 3% em água) para melhorar a dissolução e solubilização do material, facilitando a filtração. Os filtros (até seis por amostra) foram examinados ao microscópio estereoscópio (10 a 40 X), visualizado em um monitor acoplado e os materiais estranhos foram contados e marcados para controle.

Os materiais estranhos não-reconhecidos foram contados e separados com um estilete e, em seguida, montados em lâminas com água destilada cobertas por lamínulas para visualização em microscópio ótico (100 X), sendo comparados com amostras-padrão do laboratório de Microscopia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

2.3. Diagnóstico das boas práticas de fabricação

2.3.1. Uso de questionário estruturado

Foi utilizado questionário estruturado para levantamento de informações gerais a respeito das unidades produtoras (Apêndice C - Capítulo I). O questionário foi uma adaptação daquele utilizado por ARAÚJO (2004), acrescido dos tópicos necessários para a certificação do produtor junto ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA).

2.3.2. Uso de check list

O check list das boas práticas de fabricação contemplou onze módulos de acordo com a segmentação da cadeia produtiva dos queijos minas artesanais, seguindo as recomendações dispostas na Resolução nº 07 (BRASIL, 2000), nas Portarias de nº 517, 518 e 523 (IMA, 2002) e na Lei Estadual/MG nº 14.185 de 2002 (Apêndice D - Capítulo I).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Identificação de material estranho em queijos minas artesanais da região do Serro

A análise de variância dos materiais estranhos encontrados nos queijos artesanais encontra-se no Apêndice A – Capítulo I. Consta no Quadro 2 a estimativa média das contagens de materiais estranhos de cada um dos períodos de fabricação dos queijos minas artesanais avaliados.

Quadro 2 – Valores médios das contagens de material estranho encontrado em queijo minas artesanal da região do Serro

Material estranho	Período de fabricação	
	Seca	Águas
Elemento histológico vegetal	18,00 a	23,50 a
Pontos escuros/marrons	56,25 a	36,35 b
Fragmentos de insetos	0,37 a	0,25 a
Fragmentos de madeira	2,75 a	1,62 a
Pêlo bovino / rato / cão	4,75 a	2,62 a
Pêlo humano	3,87 a	2,37 a
Fragmentos de tecidos	7,37 a	6,87 a
Média/produtor	93,37	73,75

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

A média de material estranho presente nos queijos minas artesanais da região do Serro produzidos no período da seca foi 21,00 % maior do que aquela presente no período das águas. Pontos escuros/marrons, compostos por areia, material terroso e fragmentos de ardósia, foram os únicos materiais estranhos que se apresentaram em quantidade superior ($P < 0,05$) no período da seca, podendo ser consequência da grande quantidade de material terroso suspenso no ambiente, carregado principalmente pelo vento.

Já os fragmentos de ardósia, como aqueles indicados na Figura 12, são originários das mesas e prateleiras usadas durante as etapas de enformagem, dessoragem e armazenamento dos queijos. Por se tratar de um material poroso, a ardósia facilita a penetração do soro ácido e salgado na sua estrutura, que acaba por se desfragmentar com o tempo, tornando a sua vida útil limitada.



Fonte: MATEU (1972).

Figura 12 – Amostra-padrão de fragmentos de ardósia.

Além disso, a mesa de ardósia possibilita a formação de pedra de leite na sua superfície (Figura 13) e a limpeza, realizada com produto ácido, também contribui para a sua corrosão.

Estes dados poderão servir de subsídio para a estruturação das boas práticas de fabricação na cadeia dos queijos artesanais em fase de avaliação. Definitivamente, a ardósia não é um material adequado para a construção das mesas usadas na produção do queijo minas artesanal, embora equivocadamente esteja sendo indicada por responsáveis pela

adequação das unidades produtoras. O uso de novos materiais, como aqueles de superfície lisa e anticorrosiva, precisa ser analisado antes que as exigências da legislação sejam irreversíveis.

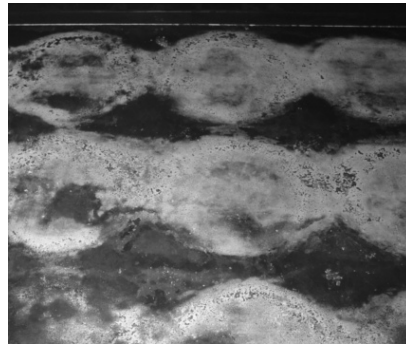
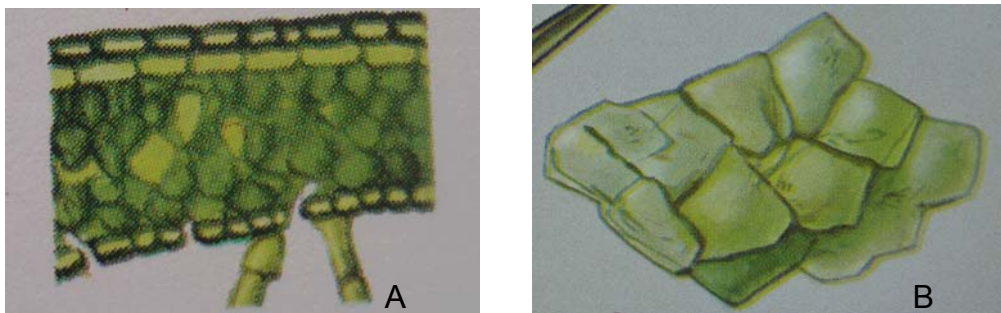


Figura 13 – Mesa de ardósia com pedra de leite.

Elemento histológico vegetal, semelhante ao indicado na Figura 14, também foi um dos principais responsáveis pela grande quantidade de material estranho encontrado nos queijos, representado principalmente por fragmentos de gramíneas e folhas.

Esse tipo de sujeira também pode ter sido carregado pelo vento ou ser resultado de condições insatisfatórias de higiene do próprio ordenhador ou dos tetos dos animais, que ainda podem trazer consigo outros materiais aderidos ao corpo. Aliados a isso, a limpeza ineficiente de materiais e utensílios e a filtração inadequada do leite corroboram com o seu aumento.



Fonte: MATEU (1972).

Figura 14 – Amostras-padrão de elemento histológico vegetal. (A - Secção de uma folha; B - Células vegetais).

A obtenção higiênica do leite, ao apresentar falhas durante a sua operação, inicia um processo de contaminação do leite não somente por materiais estranhos, mas também por uma microbiota contaminante que contribui decisivamente para a diminuição da qualidade do produto final, descaracterizando-o e tornando-o impróprio para o consumo, já que este processo artesanal não utiliza tecnologia capaz de eliminar os contaminantes físicos e microbiológicos.

Fragmentos de insetos foram encontrados tanto no período da seca quanto no período das águas, em menos da metade das amostras analisadas. Contudo, a quantidade de fragmentos de insetos encontrada foi baixa se for considerada a possibilidade de infestação dessas pragas no ambiente rural e a precariedade física de algumas unidades produtoras de queijos artesanais.

Como será abordado no item 3.2, o controle integrado de pragas foi um dos elementos das boas práticas de fabricação que obteve as menores adequações, indicando um sério risco à integridade dos produtos e à saúde do consumidor.

Fragmentos de insetos e de madeira, semelhantes ao indicado nas Figuras 15 e 16, foram encontrados na maioria das amostras analisadas, nos dois períodos de fabricação, mas em quantidades pequenas frente ao que se poderia esperar.

A utilização de equipamentos e utensílios de madeira (pás e mesas), na fabricação dos queijos, justifica a presença desses fragmentos. Além disso, alguns produtores utilizam prateleira de madeira para o armazenamento dos queijos e o uso prolongado desses materiais contribui para a sua desfragmentação, favorecendo a sua passagem para os queijos.

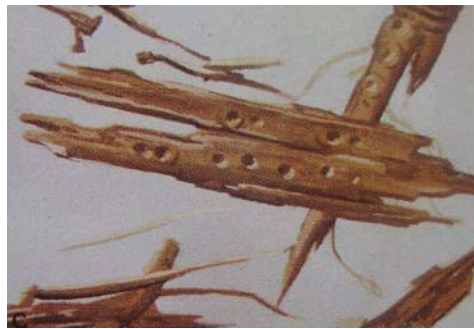
Também presentes em todas as amostras analisadas, em quantidades consideráveis, foram os pêlos de animais (bovino, rato, ou cão) e pêlo humano, similares às amostras-padrão (Figura 17).

O controle adequado de pragas aliado às boas práticas de fabricação, torna-se necessário no ambiente rural, uma vez que o campo é o habitat natural de muitos animais, e o descuido na prevenção ou combate aos mesmos favorece o seu estabelecimento.



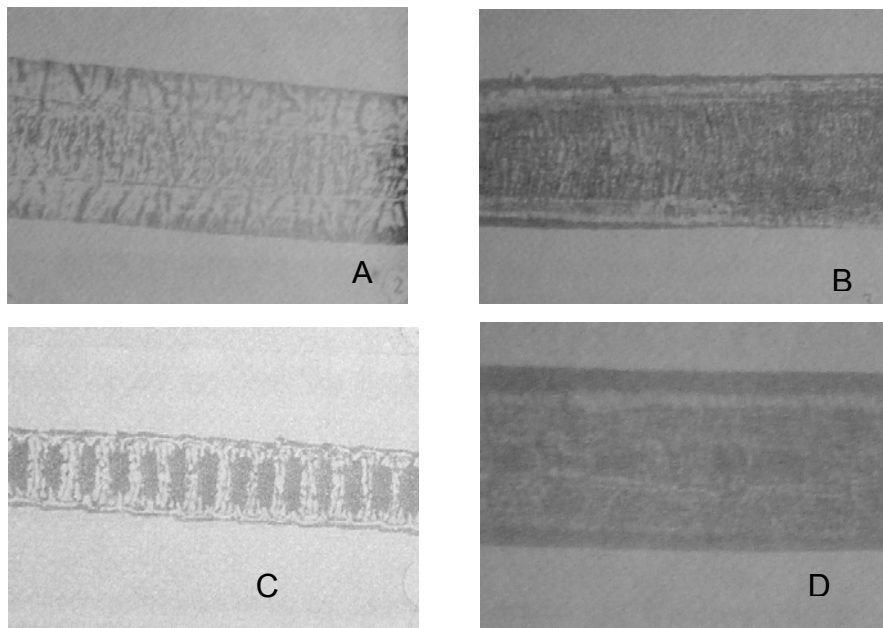
Fonte: BARBIERI e YOTSUYANAGE (2002).

Figura 15 – Amostras-padrão de fragmentos de insetos - diversos.



Fonte: MATEU (1972).

Figura 16 – Amostras-padrão de fragmentos de madeira.

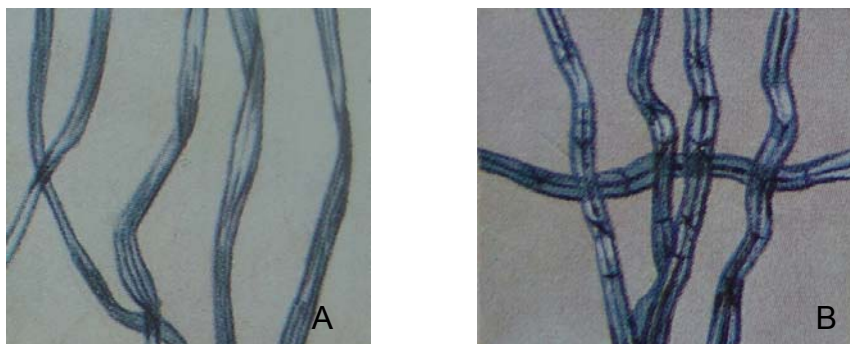


Fonte: BARBIERI (1990).

Figura 17 – Amostras-padrão de pêlos de animais e humanos: A - Pêlo de cão. B - Pêlo de gado. C - Pêlo de rato. D - Pêlo humano.

De acordo com FONTES e FONTES (2005), a presença de pêlo de animais em alimentos, principalmente de roedores, pode sugerir a sua contaminação pelo carreamento de microrganismos patogênicos, veiculando doenças como a salmonelose, leptospirose, peste-negra e tifo.

Fragmentos de tecidos, similares aos indicados na Figura 18, de algodão, linho ou nylon, foram encontrados em todas as amostras analisadas, tendo como fonte principal tecidos utilizados durante a etapa de filtração do leite, por se tratar de um material de fácil desfragmentação quando em uso contínuo durante longos períodos.



Fonte: MATEU (1972).

Figura 18 – Amostras-padrão de fragmentos de tecidos: A - Algodão americano. B - Linho.

O uso de filtros apropriados, como indicado pela legislação vigente (10 a 15 “meshes” para a primeira filtração, no funil de passagem e 60 a 90 “meshes” para a segunda filtração, no tanque de fabricação), e a sua troca periódica poderá diminuir a concentração de materiais estranhos nos queijos, melhorando a eficiência da filtração do leite.

A presença de todos esses elementos estranhos nas amostras indica precariedade nas diferentes etapas de processamento do queijo, como hábitos higiênicos insatisfatórios do ordenhador e, ou do queijeiro, higienização ineficiente durante a ordenha, limpeza inadequada de utensílios e materiais, presença de animais nas adjacências das queijarias, instalações sem a devida proteção, além de um processo de filtração do leite deficiente.

3.2. Avaliação das boas práticas de fabricação em unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro

3.2.1. Questionário estruturado

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário estruturado indicam que a maioria (75%) dos produtores de queijos minas artesanais da região do Serro já fabricava queijo minas artesanal há mais de 25 anos, enquanto os outros, apesar de originarem de famílias tradicionais, produtoras de queijos artesanais, haviam iniciado a própria atividade entre apenas oito e dois anos. O modo peculiar de produção dos queijos artesanais do Serro, passado de geração a geração, é usado como forma de manter a tradição e a cultura da região que, há décadas, é reconhecida em todo o Estado e em grande parte do Brasil.

Metade dos produtores realiza pessoalmente a fabricação dos queijos, sendo responsáveis desde a obtenção do leite até o seu transporte e comercialização, enquanto os demais produtores possuem colaboradores para estes e outros trabalhos da propriedade.

Com exceção de um produtor, que faz uso de ordenhadeira mecânica para a obtenção do leite, os outros praticam a ordenha manual, o que pode ter contribuído com a grande presença de materiais estranhos nos queijos, de acordo com os resultados evidenciados anteriormente. Todo leite produzido, inclusive aquele do período da tarde, obtido por 50% dos produtores, é utilizado na fabricação dos queijos, salvo para o consumo caseiro e às vezes alimentação animal.

A alimentação das vacas é variável, dependendo das condições da propriedade, o que pode causar uma grande diferenciação na composição físico-química do leite e conseqüentemente do queijo, sendo mais comum o uso de pastagem nativa como o capim gordura e a braquearia, além de cana-de-açúcar e uréia, ração e sal mineral.

O volume diário médio de leite produzido nas unidades de fabricação variou de 65 a 360 L e a produção média de queijos ficou entre 8 e 40 kg. Essa transformação quase total do leite em queijo pode ser observada no perfil dos gráficos indicados na Figura 19.

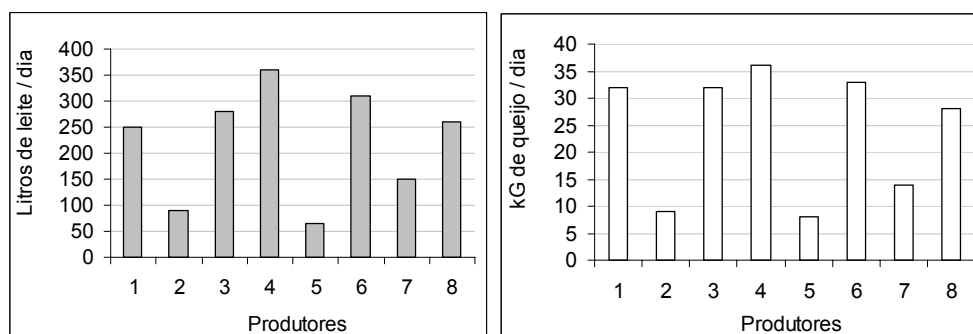


Figura 19 – Produção diária média de leite e queijos nas unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro.

Observou-se que a correlação existente entre o volume de produção (Kg/dia) e a quantidade de material estranho (Apêndice B – Capítulo I) indica que quanto maior a produção diária de queijos, maior é quantidade de material estranho presente nas amostras. Assim, os produtores de número 3, 4 e 6 apresentaram em suas amostras o maior número de material estranho.

O peso unitário médio dos queijos ficou na faixa de 900 a 1.100 g, com exceção de um único produtor que fabrica queijos com menor peso, entre 800 e 900 g.

A comercialização dos queijos se dá duas vezes por semana, para a Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, que paga um determinado valor baseado na sua qualidade, de acordo com critérios pré-estabelecidos, como, por exemplo: características físicas (aparência externa e presença de olhaduras) e sensoriais (gosto), adequação física das queijarias, entre outras. Apenas um produtor não comercializa seus queijos via Cooperativa, vendendo-os no próprio comércio, localizado na cidade do Serro.

O transporte dos queijos da fazenda até o entreposto da Cooperativa é realizado pelo produtor em veículo próprio (Figura 20). Caixas plásticas cobertas por lona ou tecido, de uso exclusivo para essa atividade, são utilizadas no acondicionamento dos queijos para evitar a sua deformação e acúmulo de sujidades.



Figura 20 – Entrega dos queijos no entreposto da Cooperativa.

Na Cooperativa, os queijos são classificados, lavados, embalados, identificados e refrigerados (Figura 21) antes de serem comercializados na própria cidade do Serro ou em Belo Horizonte, onde se encontra o seu principal mercado.



Figura 21 – Tratamento dado ao queijo minas artesanal do Serro antes da sua comercialização: A - Chegada do queijo ao entreposto. B - Limpeza. C - Pesagem. D - Numeração do lote e número do produtor na embalagem. E - Embalagem a vácuo. F - Resfriamento.

Esta etapa da cadeia produtiva deve ser destacada pela forma como os queijos artesanais são manipulados. Observou-se que, em alguns horários, em consequência do grande volume de recebimento dos queijos no

entrepasto, as condições higiênico-sanitárias não são totalmente atendidas, havendo a possibilidade de aumento da contaminação do produto, principalmente na fase de lavagem, uma vez que a pia de lavagem dos queijos, em alguns casos, não é sanitizada entre amostras de produtores diferentes, recebendo apenas um enxágüe.

A maioria dos produtores depende diretamente da renda advinda do queijo, com pouca movimentação financeira extra, como a venda e troca de bovinos, galinhas e porcos e às vezes venda de algum tipo de cultura, como milho e feijão.

Os queijos de todos os produtores são fabricados a partir de leite cru integral, coalho animal bovino, fermento natural (pingo) e sal grosso, distribuído sobre a superfície.

Em caso de fermentação precoce dos queijos, o pingo é imediatamente descartado e em seu lugar utiliza-se outro pingo adquirido no vizinho. Outra forma de corrigir esse problema é com a utilização da rala de um queijo fabricado há mais de dois dias. Essa prática permanece até o queijo apresentar “qualidade” novamente.

A fabricação do queijo minas artesanal do Serro possui características peculiares, sendo marcante a prensagem manual da massa na forma durante a dessoragem (Figura 22). A ação repetida de acomodação da massa e prensagem no final do processo é chamada de “espinicar a massa”. Nesse processo, não se utiliza tecido para prensagem, como ocorre nos queijos artesanais característicos da região da Serra da Canastra.

Todo o soro gerado durante a fabricação dos queijos é destinado à alimentação animal (suínos, bovinos e cães) e em algumas propriedades a queijaria já possui um sistema canalizado (Figura 23), direcionando o soro até as pocilgas ou currais.

Todos os produtores afirmaram ter participado de treinamentos quanto às boas práticas de fabricação, ministrados pela EMATER (Empresa de Apoio Técnico e Extensão Rural - MG), com o principal motivo relacionado ao interesse de se adequarem à legislação.



Figura 22 – Prensagem manual dos queijos Minas artesanais da região do Serro.



Figura 23 – Sistema de canalização do soro para o seu direcionamento na alimentação animal.

Apesar de terem sido capacitados, nenhum produtor havia recebido o certificado de adequação junto ao IMA, até o momento da aplicação do questionário, por causa de pendência de algum dos documentos exigidos: exame médico dos trabalhadores da queijaria, diagnóstico anual de Brucelose e Tuberculose, laudo técnico sanitário da queijaria, entre outros.

3.2.2. Check list

No Quadro 3, são apresentados individualmente os percentuais de adequação das unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro, de acordo com os elementos das boas práticas de fabricação (BPF).

Quadro 3 – Percentual de adequação das unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro, para cada um dos elementos das boas práticas de fabricação

Elementos das boas práticas de fabricação	Percentual (%) de adequação das unidades produtoras de queijos artesanais do Serro								Média
1) Controle sanitário do rebanho	64,30	71,40	78,60	50,00	64,30	71,40	100,0	57,10	69,64
2) Obtenção higiênica do leite	69,20	69,20	61,50	76,90	69,20	76,90	76,90	53,80	69,20
3) Higiene pessoal	33,30	58,30	41,70	67,00	58,30	41,60	66,60	33,30	50,01
4) Processo de produção	68,00	72,00	84,00	80,00	68,00	80,00	72,00	80,00	75,50
5) Projeto de construção e instalações	71,90	43,70	68,70	28,00	78,10	78,10	100,0	71,90	67,55
6) Equipamentos e utensílios	81,80	72,70	81,80	45,40	82,00	90,90	81,80	90,90	78,41
7) Qualidade da água	83,30	70,00	83,30	83,30	83,30	83,30	100,0	100,0	85,81
8) Limpeza e sanitização	60,00	90,00	70,00	60,00	80,00	70,00	90,00	80,00	75,00
9) Armazenamento, transporte e comércio	46,60	40,00	46,60	73,30	60,00	66,60	73,30	66,60	59,13
10) Controle integrado de pragas	66,60	55,50	77,70	11,00	88,80	55,50	55,50	66,60	59,65
11) Garantia de qualidade	60,00	66,60	33,30	67,00	53,30	40,00	53,30	26,60	50,01
Percentual (%) de adequação/produtor	64,30	71,40	78,60	50,00	64,30	71,40	100,0	57,10	69,64
Índice de Classificação					Total de Pontos				
Reprovado					0 a 50				
Aprovado condicionalmente					51 a 85				
Aprovado					86 a 100				

Todas as unidades produtoras foram aprovadas condicionalmente, com médias percentuais de adequação entre 58,35% e 79,04%. Quanto aos elementos isolados, em média, a higiene pessoal e a garantia da qualidade apresentaram os menores escores (50%), corroborando a relação entre as práticas higiênicas e a qualidade final dos produtos.

A falta de equipamentos de proteção individual e hábitos higiênicos inadequados durante as operações que envolvem a cadeia de produção dos queijos foram as principais carências observadas na obtenção higiênica do leite e higiene pessoal, elementos que possivelmente podem ter contribuído para o grande número de materiais estranhos presentes nos queijos artesanais, como verificado anteriormente.

Para a garantia de qualidade, as principais falhas relacionam-se com a ausência de manuais de BPF, o não-cadastramento do produtor junto ao IMA, a falta de registros de controles apropriados à produção e distribuição dos queijos e à não-realização periódica de análises físico-químicas e microbiológicas da água, do leite e dos queijos.

Por outro lado, em média, o processo de fabricação dos queijos, os equipamentos e utensílios, a limpeza e sanitização e principalmente a qualidade da água foram os elementos das BPF que se encontravam mais adequados, com percentuais iguais ou superiores a 75%.

As unidades produtoras que apresentaram as maiores pontuações, acima de 70%, tiveram como principais entraves problemas relacionados à higiene pessoal, armazenamento e transporte, além da garantia de qualidade (exemplo: falta de registro de produção). As demais unidades apresentaram índices de adequação próximos, variando entre 64 e 69%, com exceção da unidade de número 04 que apresentou índice abaixo de 60%, principalmente em resposta ao controle integrado de pragas com a menor média de toda a avaliação (11%).

É importante destacar que a receptividade, bem peculiar dos mineiros, foi marcante em todas as unidades visitadas; e as irregularidades, ao serem detectadas, eram imediatamente acolhidas pelos produtores que demonstravam interesse em conhecer a origem dos problemas e a forma correta de contorná-los.

Percebeu-se, também, por parte dos produtores, uma grande insegurança relacionada às adequações impostas pela legislação, mesmo havendo recursos próprios para tal. O receio em investir na unidade produtora baseia-se fundamentalmente numa possível tomada de decisão equivocada, o que o faria perder o recurso investido.

Sabe-se, portanto, que tais adequações são inevitáveis e em tempo pré-definido para serem atingidas (LEI ESTADUAL/MG Nº 14.987, 2004), sendo necessária a adoção de medidas corretivas e imediatas, como a implementação das boas práticas de fabricação, capazes de atender às urgências atuais, de forma rápida e segura para a garantia da qualidade do queijo artesanal.

No entanto, o estabelecimento das BPF nas unidades produtoras exige uma estratégia que deverá ser pautada na forte relação do produtor com o produto. Ninguém conhece melhor a cadeia produtiva do queijo artesanal do que aquele que o vem fabricando há mais de dois séculos. Na implementação das BPF, cuidados devem ser observados para que as exigências não comprometam a autenticidade do processo, o que poderá descaracterizar o produto.

4. CONCLUSÕES

A quantidade de material estranho presente nos queijos minas artesanais da região do Serro foi elevada nos dois períodos de fabricação. Entretanto, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os períodos para o mesmo tipo de material estranho analisado, com exceção de ardósia, areia e material terroso (pontos escuros/marrons) que apresentaram as maiores ($P < 0,05$) médias no período da seca, sendo os principais responsáveis pelo grande número de sujidades.

Pelo fato de os queijos artesanais terem sido coletados diretamente nas fazendas de origem, atribui-se aos produtores a presença dessas sujidades nas amostras, o que representa apenas uma das etapas da cadeia de produção. Caso o queijo seguisse a sua cadeia completa (transporte, entreposto e comércio), poderia estar ainda mais contaminado, por aumentar a manipulação e exposição dos mesmos.

A contaminação de material estranho nos queijos minas artesanais, além de indicar condições insatisfatórias de higiene durante as etapas que compõem o processo de fabricação dos queijos, principalmente na obtenção do leite, pode significar também o carreamento de microrganismos patogênicos, colocando em risco a saúde do consumidor.

Por não haver uma legislação específica para materiais estranhos em queijos artesanais, propõe-se aos órgãos legislativos competentes a implementação de estudos que levem à definição de padrões, abordando a

microscopia de forma clara e objetiva, considerando-se os aspectos artesanais de fabricação dos queijos, preocupando-se com a saúde do consumidor, principal beneficiado com a aplicação da lei.

Os elementos das boas práticas de fabricação que apresentaram as maiores deficiências foram higiene pessoal e garantia da qualidade, enquanto a qualidade da água, o processo de produção, os equipamentos e utensílios e limpeza e a sanitização da queijaria apresentaram adequações acima de 75%.

A forma tradicional de produção dos queijos minas artesanais, sem o uso de tecnologias que garantam a segurança do produto, a carência de boas práticas de fabricação e a baixa percentagem de adequação das unidades produtoras quanto às exigências da legislação, além de justificarem a grande quantidade de material estranho presente nas amostras, justificam também a ausência de produtores certificados pelo IMA na região, até a presente data.

Observa-se, no entanto, que a carência de orientação técnica credenciada de forma continuada para as possíveis intervenções nas unidades produtoras, a falta de recursos pela grande maioria dos produtores, o baixo retorno financeiro com a venda dos produtos e a escassez de subsídios e financiamentos institucionais, contribuem para a morosidade do processo de adequação.

Sugere-se aos técnicos responsáveis pelas intervenções nas unidades produtoras que empreguem métodos participativos para que os mesmos possam, em conjunto com os produtores, internalizar, potencializar e efetivar as práticas por eles mesmos definidas.

Só assim, outras fases importantes para a valorização do queijo, como a definição das suas características sensoriais (análise descritiva quantitativa) e a certificação de denominação de origem protegida (DOP), poderão ser efetivadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Queijos - Mercado Total Brasileiro. Comunicação pessoal. 01/09/2006.

A.O.A.C. Extraneous Materials: Isolation. In: _____. Official Methods of Analysis, 14th ed., Washington, D.C., 1984. p.887–935.

ARAÚJO, R. A. B. M. **Diagnóstico socioeconômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo minas artesanal da região de Araxá.** Viçosa: UFV. 2004. 148 p. Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

ARAÚJO, R. A. B. M., MARTINS, J. M., PINTO, M. S., CUNHA, L. R., FERREIRA, C. L. L. F. Parâmetros físico-químicos de queijo Minas artesanal da região de Araxá, Minas Gerais. **Revista Indústria de Laticínios.** Ano 10, n. 56. Pg. 45 – 51. Mar/Abr 2005.

BARBIERI, M. K., YOTSUYANAGE, K. Avaliação da qualidade higiênica de café cru, torrado e moído de diferentes procedências. **Brazilian Journal of Food Technology.** 5:101-107, 2002.

BARBIERI, M. K. **Microscopia em alimentos.** Identificação histológica, isolamento e detecção de material estranho em alimentos. Manual Técnico. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Campinas. 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Resolução nº 07, de 28 de novembro de 2000. Anexo I: Critérios de Funcionamento e de Controle da Produção de Queijarias, para Seu Relacionamento Junto ao Serviço de Inspeção Federal. Brasília, 2000.

EMATER. Queijo Minas Artesanal: Tradição e Qualidade que Revelam Minas. **Revista da EMATER** – MG. Ano XXII – n. 80. Agosto de 2004. p. 8–9.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção, Industrialização e Comercialização. Produção de Leite, Vacas Ordenhadas e Produtividade Animal no Brasil – 1980/2005. 29/08/2006. Disponível em www.cnpqi.embrapa.br/estatisticas.php.

FONTES, E. A. F., FONTES, P. R. Microscopia de alimentos: fundamentos teóricos. **Caderno didático**. Editora UFV. UFV. Viçosa. 2005. 151p.

GONÇALO, E. B. **Boas Práticas de Fabricação e o Sistema APPCC na fabricação de sorvetes**. Segurança alimentar na cadeia do leite. EPAMIG/CT/ILCT, Embrapa Gado de Leite. Juiz de Fora. 2002. p. 79 - 98.

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 517, de 14 junho de 2002 - Estabelece normas de defesa sanitária para rebanhos fornecedores de leite para produção de queijo Minas artesanal. Portaria nº 518, de 14 de junho de 2002 - Dispõe sobre requisitos básicos das instalações, materiais e equipamentos para a fabricação do queijo Minas artesanal. Portaria nº 523, de 3 de julho de 2002 - Dispõe sobre as condições higiênico-sanitárias e Boas Práticas na Manipulação e Fabricação do queijo minas artesanal. 2002.

LEI ESTADUAL/MG n. 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal e dá Outras Providências. Belo Horizonte, 2002.

LEI ESTADUAL/MG n. 14.987, de 14 de janeiro de 2004. Reabre o prazo para o cadastramento de que trata o § 1º do art. 3º da Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção do queijo minas artesanal e dá outras providências. Belo Horizonte, 2004.

MARTINS, J. M., PIMENTEL FILHO, N. J., CORREIA, L. O., FERREIRA, D. S., CUNHA, L. R., FERREIRA, C. L. L. F. Parâmetros microbiológicos de leite e água utilizados na fabricação de queijos Minas artesanais da região do Alto Paranaíba. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes” (ILCT)**. Juiz de Fora, MG. v. 60, n. 345. Pg. 321 – 324. Jul/Ago de 2005.

MATEU, J. B. **Atlas de microscopia**. Rio de Janeiro. Editora Ediciones Jover, S. A. 1ª edição portuguesa. 1972.

PIMENTEL FILHO, N. J., MARTINS, J. M., RAMOS, M. P. P., ROSADO, M. S., OLIVEIRA, N. P., CUNHA, L. R., COSTA, K. F., FERREIRA, C. L. L. F. Características microscópicas de queijo Minas artesanal da região do Alto Paranaíba. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes” (ILCT)**. Juiz de Fora. MG. v. 60, n. 345. Pg. 298 – 301. Jul/Ago de 2005.

PINTO, M. S. **Diagnóstico socioeconômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo minas artesanal do Serro**. Viçosa: UFV. 2004. 133 p. Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA REGIÃO DO SERRO

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de produtos alimentícios artesanais de forma segura e sustentável é um dos principais desafios encontrados pela agricultura familiar no Brasil, pois ainda recebe muito pouca atenção dos órgãos governamentais responsáveis pelo seu desenvolvimento.

Se por um lado a produção artesanal de alimentos oferece muitos benefícios à sociedade, com a fixação do homem no campo, geração de empregos e manutenção da cultura e tradições locais; por outro, ainda mantêm sistemas arcaicos de fabricação, colocando, em muitos casos, a saúde do consumidor em risco.

Produzidos a partir de leite cru, os queijos minas artesanais da região do Serro ainda se encontram em condições inadequadas de produção, sendo comercializados sob refrigeração, com média de uma semana de fabricação.

Na tentativa de melhorar a qualidade dos queijos artesanais de Minas Gerais, o governo estadual estabeleceu critérios sobre o processo de

produção para este produto, por meio da Lei Estadual nº 14.185 de 31 de janeiro de 2002, que estabelece prazo de 30 meses para adequação e certificação das queijarias junto ao Instituto Mineiro de Agropecuária, prazo este que foi prorrogado para janeiro de 2007 pela Lei Estadual nº 14.987 de 14 de janeiro de 2004, devido à morosidade do processo de adequação.

Por sua vez, a legislação federal (BRASIL, 2000), com o objetivo de resguardar a saúde do consumidor, estabeleceu um período mínimo de 60 dias de maturação para os queijos artesanais mineiros antes da sua comercialização.

No entanto, na maioria das vezes, os queijos artesanais são vendidos sob refrigeração, com prazo de validade de 45 dias, como aqueles comercializados pela Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, responsável por grande parte do queijo artesanal produzido na região (COPSERRO, 2006).

Trabalhos realizados por BRANT (2003) e PINTO (2004) encontraram nos queijos minas artesanais da região do Serro, com seis a oito dias de fabricação, cerca de 92,5% e 70% das amostras analisadas, respectivamente, fora dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação, detectando, principalmente, coliformes totais e *Staphylococcus aureus*.

Coliformes totais são microrganismos indicadores de condições insatisfatórias de higiene, podendo ser encontrados nas fezes, nos vegetais e no solo, enquanto a presença de *Staphylococcus aureus*, além de indicar sanificação questionável durante o processamento do produto, pode causar intoxicação ao homem pela ingestão do alimento com a enterotoxina pré-formada, provocando náuseas, vômitos e diarreia (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

Dessa forma, percebe-se que a comercialização a fresco dos queijos minas artesanais do Serro, fabricados com leite cru, poderá, num determinado momento, gerar conseqüências graves de saúde pública e colocar em risco a credibilidade de todo o setor produtivo, caso medidas enérgicas não sejam tomadas, no sentido de melhorar a sua qualidade.

Além das adequações propostas pela legislação (LEI ESTADUAL/MG, 2002), o processo de maturação dos queijos poderá

contribuir significativamente com a redução de microrganismos patogênicos presentes nesses produtos.

A maturação corresponde à fase de transformações físicas, químicas e biológicas, que se processam tanto da periferia como no interior da massa, sob a ação de enzimas, a maior parte de origem microbiana, sendo um fenômeno bastante complexo, pois varia de queijo para queijo (ECK, 1987; BEHMER, 1985).

A microbiota endógena presente no leite cru é mais complexa do que os fermentos industriais adicionados ao leite durante a fabricação dos queijos e desempenham forte influência na lipólise e proteólise, originando compostos responsáveis pelas características de aroma e textura, além de produzirem substâncias capazes de inibir a presença de microrganismos patogênicos (CABEZAS et al., 2005).

A partir do momento em que esses queijos tiverem a segurança microbiológica garantida, novas perspectivas poderão ser estabelecidas no sentido de caracterizá-los dentro de cada uma das principais regiões produtoras do estado, com a adoção da análise descritiva quantitativa e principalmente da certificação de origem, que poderá garantir ao produtor familiar o reconhecimento da fabricação de um bem genuíno e tradicional da região, agregando valor ao produto e protegendo-o da clandestinidade.

Considerando esses fatores, o presente trabalho teve como principal objetivo verificar o período mínimo de maturação do queijo minas artesanal da região do Serro que atingisse os critérios microbiológicos exigidos pela legislação vigente e avaliar as características físico-químicas e microbiológicas durante 64 dias de maturação dos queijos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Definição das amostras

Foram escolhidas, aleatoriamente, de uma lista de propriedades filiadas à Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, oito unidades produtoras de queijos minas artesanais, em diferentes níveis de adequação quanto às exigências da legislação (LEI ESTADUAL/MG, 2002). As unidades produtoras são participantes do programa de apoio aos queijos artesanais do estado de Minas Gerais e pertencem às cidades de Santo Antônio do Itambé, Sabinópolis e Serro.

2.2. Coleta e preparo das amostras

Alíquotas de aproximadamente 100 mL de água, pingo e leite utilizados na fabricação dos queijos minas artesanais foram coletadas em garrafas de diluição estéreis, em cada unidade produtora, sendo mantidas refrigeradas por período inferior a 6 h até a sua análise microbiológica no Laboratório da Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro.

Após dois dias de fabricação, ao completar a salga, os queijos foram coletados nas propriedades de origem e levados para a Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, onde uma amostra de cada produtor foi analisada microbiologicamente. Os demais queijos foram devidamente

transportados para a Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, onde foram maturados na condição ambiente e sob refrigeração antes de serem analisados quanto às características físicas, físico-químicas e microbiológicas, nos tempos 8, 15, 22, 29, 36, 50 e 64 dias de maturação.

A coleta das amostras dos queijos artesanais ocorreu em dois períodos do ano, representados pelo período da seca e das águas.

Durante a maturação na condição ambiente (sete amostras de cada produtor), os queijos foram armazenados sem embalagem em um armário metálico, com tela nas laterais para ventilação e prateleiras forradas com papel alumínio. Já os queijos maturados sob refrigeração (sete amostras de cada produtor) foram embalados a vácuo, na Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, e armazenados sobre uma prateleira de fibra de vidro em câmara fria.

2.3. Condições de maturação

As médias de temperatura e umidade relativa (UR) de armazenamento dos queijos artesanais, durante o período de maturação, foram as seguintes:

a) Período da seca:

- Maturação ambiente (queijo sem embalagem): 23°C e 62% (UR);
- Maturação em câmara fria (queijo embalado a vácuo): 8°C e 75% (UR).

b) Período das águas:

- Maturação ambiente (queijo sem embalagem): 27°C e 68% (UR);
- Maturação em câmara fria (queijo embalado a vácuo): 8°C e 77% (UR).

2.4. Análises microbiológicas

a) Contagem de mesófilos aeróbios: (APHA, 2001): leite e queijo;

b) Coliformes totais e *Escherichia coli*: método rápido Petrifilm da 3M (AOAC 991.14 - Contagem de Coliformes e *E. coli* em Alimentos, Película Reidratável Seca): água, leite, pingo e queijo;

c) *Staphylococcus aureus*: método rápido Petrifilm da 3M (AOAC 2003.11 - Staphy Express Count Sistem): leite, pingo e queijo;

d) *Salmonella* sp: Test Reveal - *Salmonella Test System* (AOAC 960801): queijo;

e) *Listeria* sp: Test Reveal - *Listeria Test System* (AOAC 960701): queijo.

Procedeu-se ao controle positivo para os kits de *Listeria* sp. e *Salmonella* sp., utilizando-se estirpes cedidas pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Bioagro da Universidade Federal de Viçosa.

2.5. Análise de enterotoxinas estafilocócicas

Foram realizadas análises de enterotoxinas estafilocócicas em oito amostras de queijo minas artesanais da região do Serro, no período da seca e das águas, utilizando-se o teste qualitativo imunoenzimático: Vidas Staph Enterotoxin (SET, 30701, Bio Merieux, Marcy-Létoile, França).

As amostras foram analisadas pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Fundação Ezequiel Dias (FUNED), Belo Horizonte, Minas Gerais, de acordo com instruções do fabricante, permitindo a detecção simultânea de sete diferentes enterotoxinas (SEA, SEB, SEC1, SEC2, SEC3, SED, SEE).

2.6. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Leite e Derivados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa após 8, 15, 22, 29, 36, 50 e 64 dias de maturação.

2.6.1. Determinação da acidez titulável, gordura, umidade e cloretos

Para a determinação da acidez titulável, gordura, umidade e cloretos, foram utilizados os métodos oficiais para as referidas análises, descritos na Instrução Normativa nº 22, de 14 de abril de 2003 (BRASIL, 2003).

2.6.2. Determinação do pH

Para a determinação do pH dos queijos, utilizou-se o medidor de pH digital portátil da marca Tecnal, modelo pH Meter-102 com eletrodo específico para queijos.

2.6.3. Determinação de gordura no extrato seco

A determinação do teor de gordura no extrato seco foi realizada de modo indireto, por meio da razão entre o teor de gordura e o teor de extrato seco total do queijo, como descrito na seguinte fórmula (PEREIRA et al. 2001):

$$\% \text{ GES} = \%G / \%ES \times 100,$$

sendo

% GES: teor de gordura no extrato seco, em % (m/m);

% G: teor de gordura da amostra em % (m/m);

% ES: teor de extrato seco total da amostra em % (m/m).

2.6.4. Determinação da atividade de água (Aw)

A determinação da Aw foi feita, utilizando-se medidor digital Aqualab modelo CX2T – Decagon Devices.

2.6.5. Determinação de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%

As análises de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12% foram determinadas pelo método Kjeldhal, segundo a técnica descrita pela International Dairy Federation 20b (IDF - FIL, 1993).

2.6.6. Determinação de proteína total, extensão de maturação e profundidade de maturação

A proteína total (PT) foi determinada de modo indireto, multiplicando-se o percentual de nitrogênio total (NT) pelo fator 6,38, indicado para proteína derivada de leite (SILVA e QUEIROZ, 2005): $PT = NT \times 6,38$.

A extensão de maturação (EM) foi calculada indiretamente por meio da razão entre a percentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6) e nitrogênio total (NT), multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983): $EM = (NS \text{ pH } 4,6 / NT) \times 100$.

A profundidade de maturação (PM) também foi quantificada de forma indireta, por meio da razão entre a percentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NS TCA 12%) e nitrogênio total (NT), multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983): $PM = (NS \text{ TCA } 12\% / NT) \times 100$.

2.7. Análises físicas (peso, altura e diâmetro)

As análises físicas dos queijos artesanais foram realizadas momentos antes das análises físico-químicas e microbiológicas, no Laboratório de Culturas Lácticas do Departamento de Tecnologia de Alimentos nos tempos 8, 15, 22, 29, 36, 50 e 64 dias de maturação. O peso dos queijos foi determinado com auxílio de uma balança digital da marca FILIZOLA modelo BP 15, e a altura e o diâmetro dos queijos foram

quantificados com auxílio de uma régua graduada da marca Bandeirante (Ref. 1041).

2.8. Delineamento experimental

O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas, onde as parcelas foram constituídas pelos níveis da condição de maturação (ambiente e refrigeração) sob o delineamento em blocos casualizados, com oito repetições, formadas por oito produtores. As subparcelas foram compostas pelos níveis do período de fabricação (seca e águas) e as subsubparcelas pelos níveis do período de maturação (2, 8, 15, 22, 29, 36, 50 e 64 dias).

A análise dos queijos com dois dias de fabricação foi realizada apenas para a determinação das contagens microbianas, sem a interferência do período de maturação.

As análises dos queijos a partir de 8 dias de maturação coincidem com a sua chegada no varejo e os demais tempos foram determinados em função do número de amostras de queijos produzidos diariamente pelos produtores, para as duas condições de maturação, ambiente e refrigeração, até 64 dias, tempo este exigido pela legislação.

Os dados analisados foram submetidos à análise de variância com o objetivo de verificar os efeitos principais e das interações de segunda e terceira ordens entre os três fatores estudados (período de fabricação, condição de maturação e período de maturação).

Em função da significância das interações, foi realizado o teste F para comparar as médias das duas condições de maturação e dos dois períodos de fabricação a 5% de significância.

Foi realizada análise de regressão em função do período de maturação para cada combinação dos níveis da condição de maturação e período de fabricação, cujos coeficientes foram testados pelo teste t até 5% de significância.

Com o objetivo de verificar a percentagem de similaridade entre as quatro combinações dos níveis dos fatores condição de maturação e período

de fabricação, foi construído um dendrograma com base no método hierárquico de ligação simples e na distância euclidiana dos dados padronizados de todas as médias dos fatores físicos físico-químicos e microbiológicos.

Também foram realizadas correlações lineares de Pearson entre os parâmetros físicos e físico-químicos, testadas a 5% de significância pelo teste t.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no SAEG 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Estudo das características físico-químicas dos queijos

De acordo com os resultados obtidos, somente o ácido láctico não sofreu ($P>0,05$) efeito da condição de maturação e nem do período de maturação dos queijos. Já o período de fabricação causou efeito ($P<0,05$) para todos os parâmetros analisados, com exceção da atividade de água, cloreto de sódio, umidade e peso (Apêndice A – Capítulo II).

Gordura no extrato seco (GES) foi o único parâmetro que não apresentou ($P>0,05$) nenhum tipo de interação entre os fatores, mas sofreu efeito ($P<0,05$) da condição de maturação e do período de fabricação.

Os queijos maturados na condição ambiente apresentaram maior média ($P<0,05$) de GES que os queijos maturados sob refrigeração e, quando fabricados no período da seca, os queijos também apresentaram maior média ($P<0,05$) de GES que aqueles fabricados no período das águas (Quadro 4).

Quadro 4 – Valores médios do parâmetro gordura no extrato seco dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função da condição de maturação e do período de fabricação

Gordura no extrato seco (GES)			
Condição de maturação		Período de fabricação	
Ambiente	Refrigeração	Águas	Seca
53,29 a	49,90 b	49,74 B	53,45 A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, para condição de maturação (CM), e maiúscula, para período de fabricação (PF), não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

Baseado no teor de GES que possuem, os queijos podem ser classificados de acordo com padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 1996). Assim, os queijos minas artesanais da região do Serro, analisados neste trabalho, independentemente do período e da condição de maturação a que foram submetidos, são classificados como gordos, por possuírem valores médios de GES entre 45% e 59,9%.

A interação entre os fatores condição de maturação e o período de fabricação foi significativa ($P < 0,05$) para nitrogênio solúvel em TCA 12% (NPN) e índice de profundidade de maturação (IPM).

Nos dois períodos de fabricação, o IPM dos queijos foi maior ($P < 0,05$) na condição ambiente, e nesta mesma condição os valores de IPM foram maiores ($P < 0,05$) para os queijos fabricados no período das águas (Quadro 5).

Estes dados indicam que temperaturas de maturação mais elevadas contribuem com a aceleração do processo de maturação dos queijos, principalmente os fabricados com leite cru, dada a maior presença de aminopeptidases e o favorecimento do crescimento ou lise celular, com a liberação de endo- e exopeptidases (GRAPPIN e BEUVIER, 1998).

Quadro 5 – Valores médios do Índice de Profundidade de Maturação (IPM) dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de fabricação e da condição de maturação

Período de fabricação	Condição de maturação	
	Ambiente	Refrigeração
Águas	10,05 a A	7,20 a B
Seca	8,50 b A	6,97 a B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

Os fatores período de maturação e condição de maturação apresentaram interação ($P < 0,05$) para todos os parâmetros físico-químicos avaliados, com exceção de gordura no extrato seco, ácido láctico e índice de extensão de maturação.

De maneira geral, todos os queijos maturados na condição ambiente apresentaram, em média, menores ($P < 0,05$) valores de A_w , umidade, peso, altura e diâmetro, em praticamente todo o período de maturação, ao passo que cloreto de sódio, nitrogênio total, proteína total e NS em pH 4,6 apresentaram maiores ($P < 0,05$) médias na mesma condição (Apêndice B – Capítulo II).

Esses resultados podem ser justificados pela perda de água dos queijos, por causa das altas temperaturas de maturação, entre 23°C e 27°C e da baixa umidade relativa do ar, entre 62% e 68%.

A interação ($P < 0,05$) entre o período de maturação e o período de fabricação dos queijos ocorreu para atividade de água, cloreto de sódio, pH, ácido láctico, NS em pH 4,6, índice de extensão de maturação, NS em TCA 12%, índice de profundidade de maturação e diâmetro.

Os valores médios de cloreto de sódio foram maiores ($P < 0,05$) no período da seca, mas apenas nos tempos 29 e 36 dias de maturação (Apêndice C – Capítulo II). O tipo de salga utilizado pelos queijeiros da região do Serro, a seco, não possibilita uma padronização adequada do teor de sal no queijo, podendo haver variações, como ocorreu neste caso.

Em apenas um dos sete tempos de análise, aos 36 dias de maturação, o período das águas apresentou maior ($P < 0,05$) média de atividade de água que o período da seca. Este resultado se correlaciona com aquele apresentado pelo cloreto de sódio, nesse mesmo tempo, sendo inversamente proporcional ao mesmo.

Os valores médios de pH foram maiores ($P < 0,05$) no período das águas em quase todo o período de maturação dos queijos, enquanto as médias de ácido láctico, parâmetro inversamente proporcional ao pH, foram superiores ($P < 0,05$) no período da seca, a partir da terceira semana de maturação.

Na região do Serro, como nas demais regiões produtoras de queijos minas artesanais, é comum a utilização de maior quantidade de pingo (fermento endógeno) no período da seca, compensando, durante a fabricação, os efeitos adversos das temperaturas mais baixas sobre o processo de fermentação, justificando, neste experimento, as diferenças encontradas entre os dois períodos de fabricação para pH e ácido láctico.

No decorrer da maturação, as médias de NS em pH 4,6, em todos os tempos, e extensão de maturação, a partir de 29 dias, foram maiores ($P < 0,05$) no período das águas, possivelmente por causa do aumento de temperatura nesse período, facilitando a atuação das enzimas coagulantes na quebra da caseína, formando peptídeos de tamanho intermediário a grande.

Já o índice de profundidade de maturação apresentou médias superiores no período das águas, durante todo período de maturação, mas somente a partir de 50 dias essa diferença foi significativa ($P < 0,05$).

A interação tripla ocorreu ($P < 0,05$) apenas para gordura e NS em TCA 12% (Apêndice D – Capítulo II). Nos dois períodos de fabricação, seca e águas, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram maiores ($P < 0,05$) médias de gordura que os queijos refrigerados, durante todo o período de maturação. A perda de umidade do queijo foi facilitada pelas condições ambiente (temperaturas mais altas e umidade relativa baixa), causando aumento do teor de sólidos totais e conseqüentemente do teor de gordura durante a maturação.

Já os queijos fabricados no período da seca apresentaram maiores ($P < 0,05$) médias de gordura que aqueles fabricados no período das águas, mas somente a partir de 22 dias, para os queijos maturados em condição ambiente, e 50 dias, para os queijos refrigerados.

Segundo PINHEIRO e MOSQUIM (1991), os valores de gordura do leite são maiores no período das águas e conseqüentemente o teor de gordura dos queijos artesanais seguem a mesma tendência, já que são fabricados com leite integral, contrariando os resultados encontrados neste trabalho.

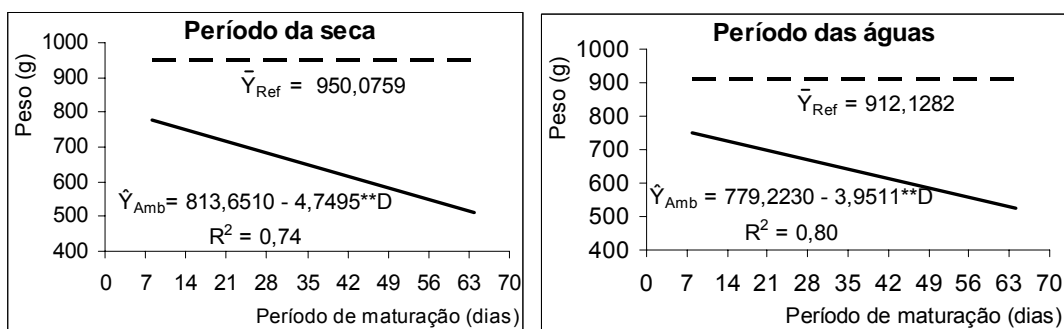
No entanto, o teor de gordura do leite é o componente que mais sofre variações, dependendo da estação do ano, do tipo de alimentação dada ao animal, de fatores genéticos como tamanho, peso e produção, além da idade e do período de lactação (BRITO e DIAS, 1998; FURTADO, 1997).

O fato de os produtores de queijos minas artesanais da região do Serro não utilizarem um sistema balanceado de alimentação animal, adotando desde o tratamento extensivo, com uso exclusivo de pastagens, até o tratamento semi-intensivo, com algum tipo de suplementação, como concentrados e cana-de-açúcar, por exemplo, pode contribuir ainda mais com esta diferença no teor de gordura.

Maiores ($P < 0,05$) médias de NS em TCA 12% foram encontradas nos queijos maturados na condição ambiente, tanto na seca quanto nas águas, em praticamente todo o período de maturação. No entanto, a partir de 22 dias, o período das águas apresentou as maiores ($P < 0,05$) médias deste parâmetro, quando os queijos foram maturados na condição ambiente. Sob refrigeração, não houve efeito ($P > 0,05$) do tempo nas médias de NS em TCA 12%, em nenhum dos períodos de fabricação.

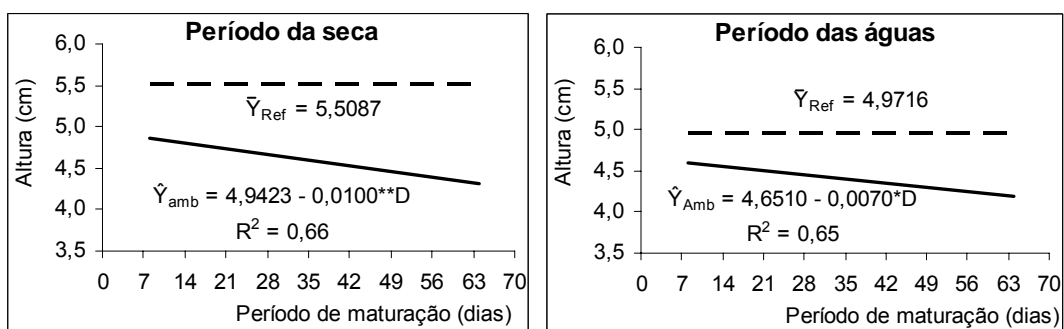
As figuras de 24 a 35 representam o comportamento dos parâmetros físicos e físico-químicos dos queijos minas artesanais da região do Serro, durante o período de maturação, em cada período de fabricação e condição de armazenamento a que foram submetidos.

Tanto no período da seca quanto nas águas, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram diminuição ($P < 0,01$) dos valores médios de peso (Figura 24), altura (Figura 25) e diâmetro (Figura 26).



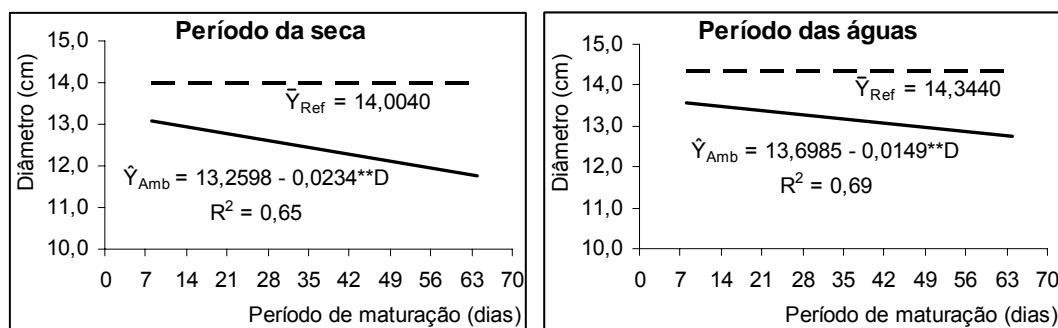
** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 24 – Estimativas do peso (g) dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$). * Significativo pelo teste t ($P < 0,05$).

Figura 25 – Estimativas da altura (cm) dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 26 – Estimativas do diâmetro (cm) dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.

Já os queijos refrigerados não sofreram efeito ($P>0,05$) do período de maturação, provavelmente por serem embalados a vácuo, conservando o seu conteúdo de umidade e conseqüentemente as características de dimensão.

Valores semelhantes aos queijos refrigerados, principalmente quando fabricados no período da seca, foram encontrados por MACHADO (2002) em experimentos realizados com queijos minas artesanais da região do Serro.

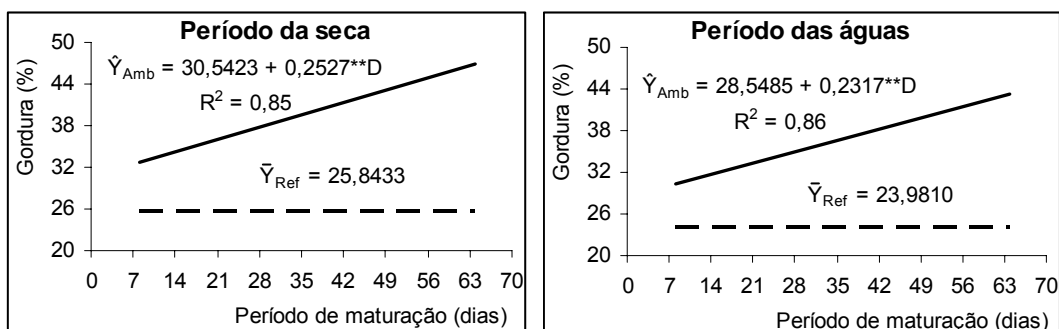
Para os três parâmetros analisados, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram as maiores perdas diárias no período da seca, provavelmente devido à menor umidade relativa do ambiente.

O peso é o parâmetro físico de maior importância entre os demais, por causa da sua relação direta com o rendimento dos queijos, gerando questionamentos sobre os custos de produção, caso os queijos sejam maturados por longos períodos.

O diâmetro médio dos queijos, ao contrário da altura, apresentou-se ligeiramente superior ($P<0,05$) no período das águas. Apesar de os produtores utilizarem formas muito parecidas, estas não têm o diâmetro padronizado e, em alguns casos, as mesmas já se encontram em estado precário de conservação, contribuindo com essa diferença.

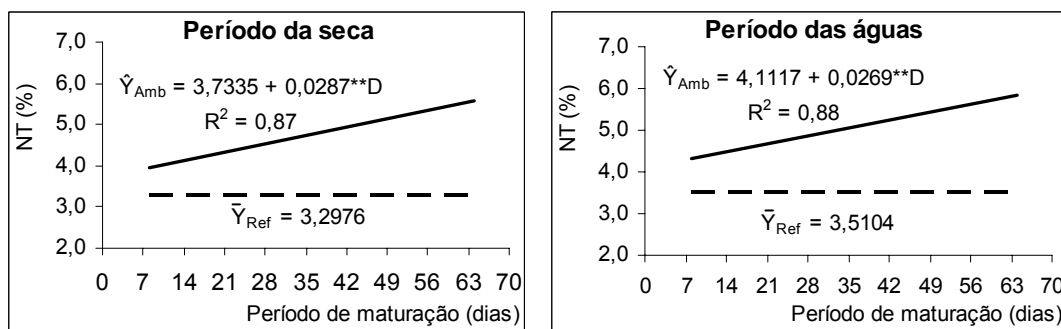
Para gordura (Figura 27), nitrogênio total (Figura 28) e pH (Figura 29), nos dois períodos de fabricação, houve um aumento ($P<0,01$) gradativo destes valores, quando os queijos foram maturados à temperatura ambiente, ao passo que os queijos mantidos sob refrigeração não sofreram ($P>0,05$) nenhum efeito.

Pesquisas realizadas por CICHOSKI et al. (2002) e RAPHAELIDES et al. (2005) encontraram, em queijos maturados, a mesma tendência dos valores de gordura e nitrogênio total, enquanto CARIDI et al. (2003a), LONDOÑO et al. (1999) e MINUSSI et al. (1995) verificaram durante a maturação o mesmo comportamento do pH em diferentes variedades de queijos.



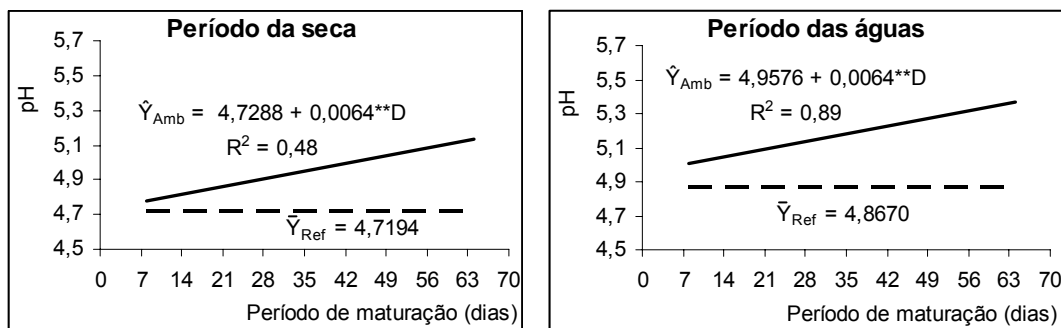
** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 27 – Estimativas do teor de gordura dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 28 – Estimativas do teor de nitrogênio total dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



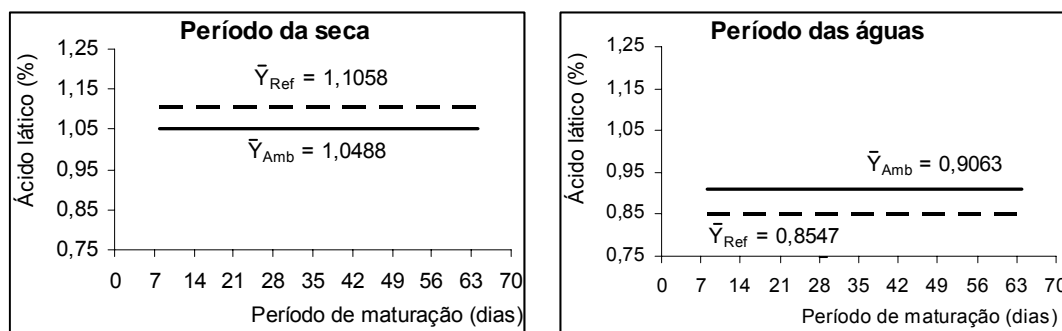
** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 29 – Estimativas do pH dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.

O aumento ($P < 0,05$) do teor de gordura e nitrogênio total dos queijos maturados na condição ambiente está diretamente relacionado com a perda de umidade do queijo durante o período de maturação, contribuindo para a concentração do teor de sólidos totais, ao passo que os queijos refrigerados mantêm praticamente inalterados estes parâmetros.

Já o aumento ($P < 0,05$) dos valores de pH durante a maturação dos queijos na condição ambiente, pode ser decorrente da degradação protéica proveniente da atividade de proteases nativas do leite (plasmina) e daquelas presentes no pingo (fermento endógeno), com a formação de compostos nitrogenados alcalinos.

Os valores médios de ácido láctico (Figura 30) não sofreram efeito ($P > 0,05$) do tempo de maturação, em nenhum dos períodos de fabricação dos queijos e em nenhuma das condições de maturação, contrariando os resultados apresentados por PRIETO et al. (2002).



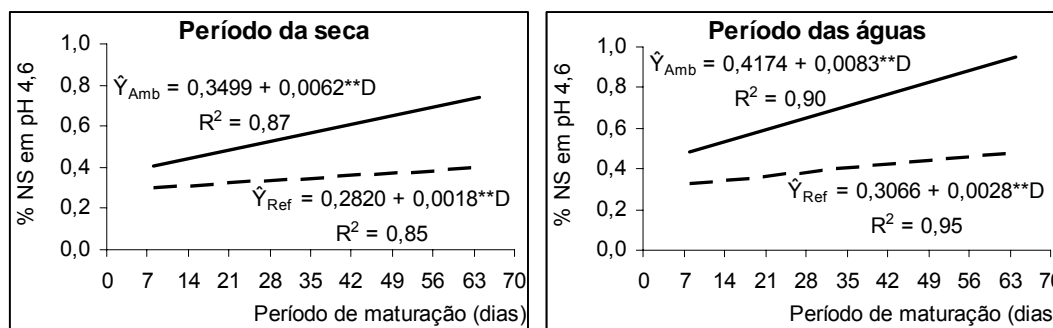
** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 30 – Estimativas da acidez titulável, expressa em percentagem de ácido láctico, dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.

Segundo FURTADO (1997) e KOSIKOWISK (1977), na presença de cálcio, o ácido láctico pode ser convertido em lactato de cálcio, mesmo sendo produzido durante a maturação, mantendo o seu equilíbrio.

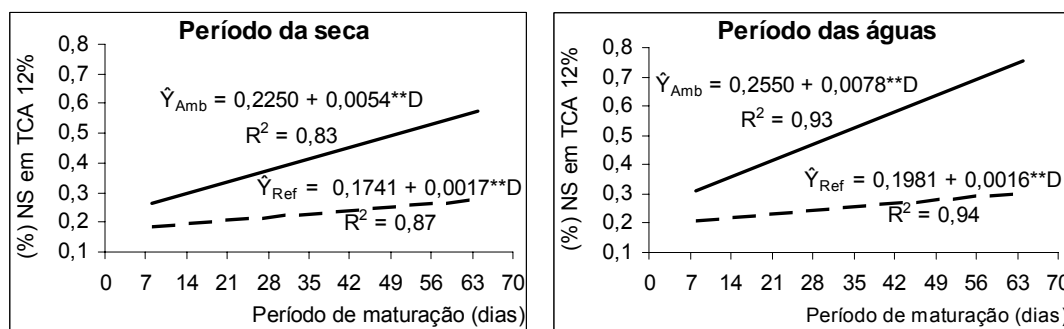
NS em pH 4,6 (Figura 31) e NS em TCA 12% (Figura 32) aumentaram ($P < 0,01$) seus valores médios nos queijos durante toda

maturação, nos dois períodos de fabricação e nas duas condições de maturação, principalmente na condição ambiente.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 31 – Estimativas do teor de nitrogênio solúvel em pH 4,6 dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 32 – Estimativas do teor de nitrogênio solúvel em TCA 12% dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.

De acordo com EARLY (1998) e FOX (1993), temperaturas mais elevadas também favorecem a proteólise primária, representada pelo NS em pH 4,6, sendo formada pela quebra das proteínas durante a maturação dos queijos, envolvendo primeiramente a conversão da caseína em grandes peptídeos, principalmente por causa da ação residual do agente coagulante sobre a α -s₁, β - e γ -caseína.

Os valores médios de NS em TCA 12%, maiores ($P < 0,05$) na condição ambiente, podem ser explicados pela presença de substâncias de baixo peso molecular (aminoácidos, oligopeptídeos, amins e outros compostos), também responsáveis pelo flavor e sabor dos queijos, acumuladas durante o período de maturação, principalmente em virtude da ação proteolítica das enzimas microbianas (FOX, 1993; ECK 1987).

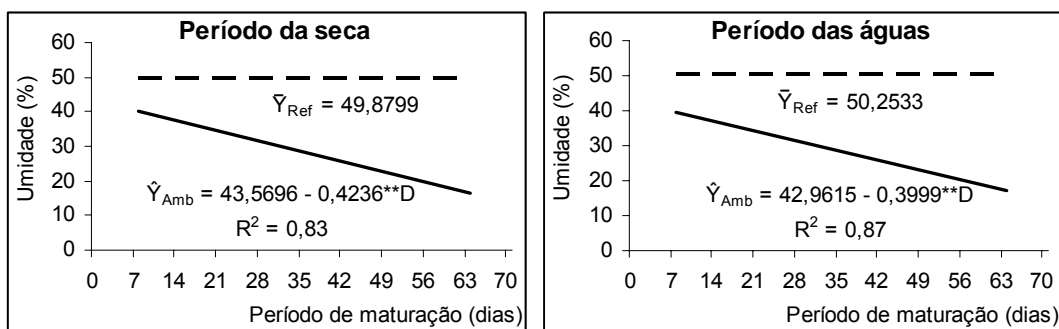
Temperaturas mais elevadas contribuem com a aceleração do processo de maturação dos queijos, principalmente os fabricados a partir de leite cru, dada a maior presença de aminopeptidases e o favorecimento do crescimento ou lise celular, com a liberação de endo- e exopeptidases (GRAPPIN e BEUVIER, 1998; GOROSTIZA et al., 2004).

Durante toda a maturação, tanto no período da seca quanto nas águas, a umidade (Figura 33) e a atividade de água (Figura 34) diminuíram ($P < 0,01$) nos queijos armazenados na condição ambiente, ao passo que o teor de cloreto de sódio (Figura 35) aumentou ($P < 0,01$). Já os queijos refrigerados não sofreram efeito ($P > 0,01$) do período de maturação para nenhum desses parâmetros.

A legislação brasileira (BRASIL, 1996) classifica os queijos de acordo com o seu conteúdo de umidade, que, no caso dos queijos minas artesanais da região do Serro, analisados neste trabalho, foi influenciada diretamente pela condição e período de maturação a que foram submetidos.

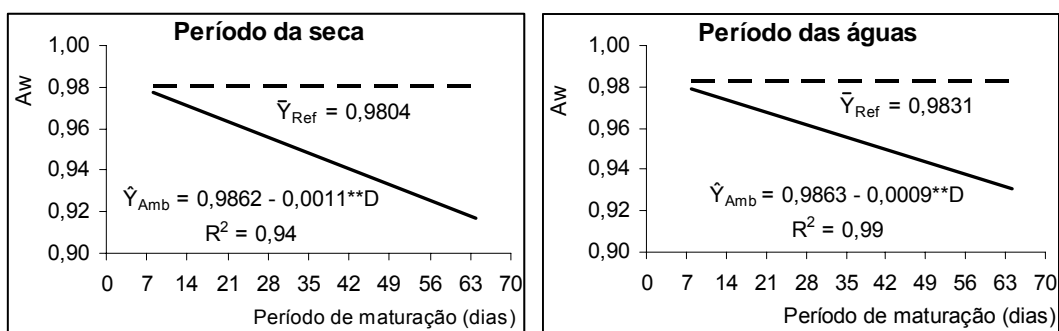
Os queijos maturados sob refrigeração foram classificados como sendo de alta umidade (entre 46% e 54,9%), indo de encontro aos resultados encontrados por MACHADO (2002) em queijos minas artesanais produzidos na região do Serro. Já os queijos maturados na condição ambiente foram classificados como sendo de média umidade (entre 36 e 45,9%) quando tinham de 08 a 17 dias de maturação e baixa umidade (<36%), a partir de 18 dias de maturação.

Pesquisas realizadas por ÖNER et al. (2006); CABEZAS et al. (2005); PRIETO et al. (2002) e FRANCO et al. (2001) confirmam que temperaturas mais elevadas provocam a diminuição da umidade dos queijos durante o período de maturação e conseqüentemente diminuição da atividade de água, com aumento dos sólidos totais, como cloreto de sódio.



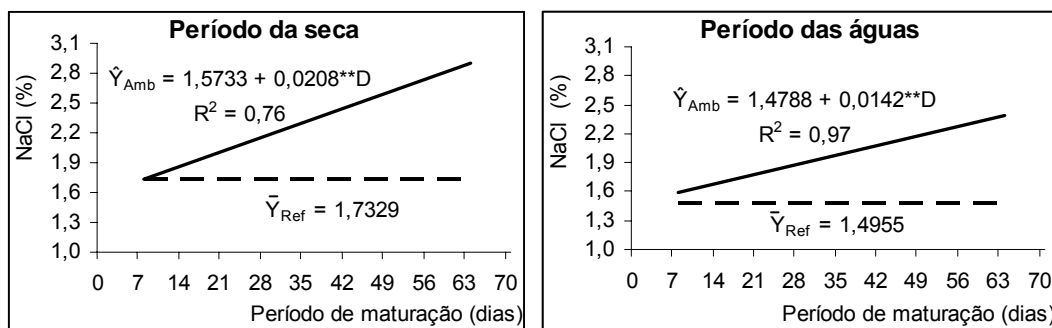
** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 33 – Estimativas da umidade (%) dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 34 – Estimativas da atividade de água dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.



** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Figura 35 – Estimativas do teor de cloreto de sódio (% NaCl) dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função do período de maturação (dias). Amb = maturação na condição ambiente; Ref = maturação sob refrigeração.

Segundo ECK (1987) e FURTADO (1990), as propriedades de sorção da água pelo queijo são amplamente modificadas pela presença de sal na massa. Quanto maior o teor de sal presente no queijo, maior será a quantidade de água sorvida, ou seja, a tendência é que o queijo apresente uma menor atividade de água.

De maneira geral, o cloreto de sódio, a atividade de água e o potencial de oxido-redução, além de outros parâmetros físico-químicos como o ácido láctico e pH, podem causar influência direta na microbiota presente no queijo, contribuindo para a garantia da sua segurança microbiológica.

3.2. Estudo das características físicas dos queijos

Com o intuito de verificar a padronização e os efeitos da maturação sobre as características físicas dos queijos minas artesanais da região do Serro, foram utilizados gráficos “teia de aranha” para melhor visualização dos resultados (Figura 36), que foram representados no período de maturação igual a 15 dias, dada a sua proximidade com o período mínimo de maturação dos queijos (17 dias) para a sua segurança microbiológica na condição ambiente (item 3.5).

Nessa mesma condição, a maturação foi suficiente para causar nos queijos os seus efeitos previstos, reduzindo os valores das características analisadas (peso, altura e diâmetro), tanto no período das águas quanto na seca, ao passo que a refrigeração não causou tais efeitos.

A explicação para esse fenômeno está na perda de umidade dos queijos maturados na condição ambiente. Já os queijos refrigerados mantiveram o seu teor de umidade com o uso da embalagem a vácuo.

Para os três parâmetros analisados, as linhas tracejadas e contínuas deveriam se sobrepôr na mesma figura, o que indicaria boa padronização dos queijos, referente aos dois períodos de fabricação. Entretanto, isto não ocorreu com a precisão que deveria, confirmando a falta de padronização do processo de fabricação, principalmente em função do peso e da altura.

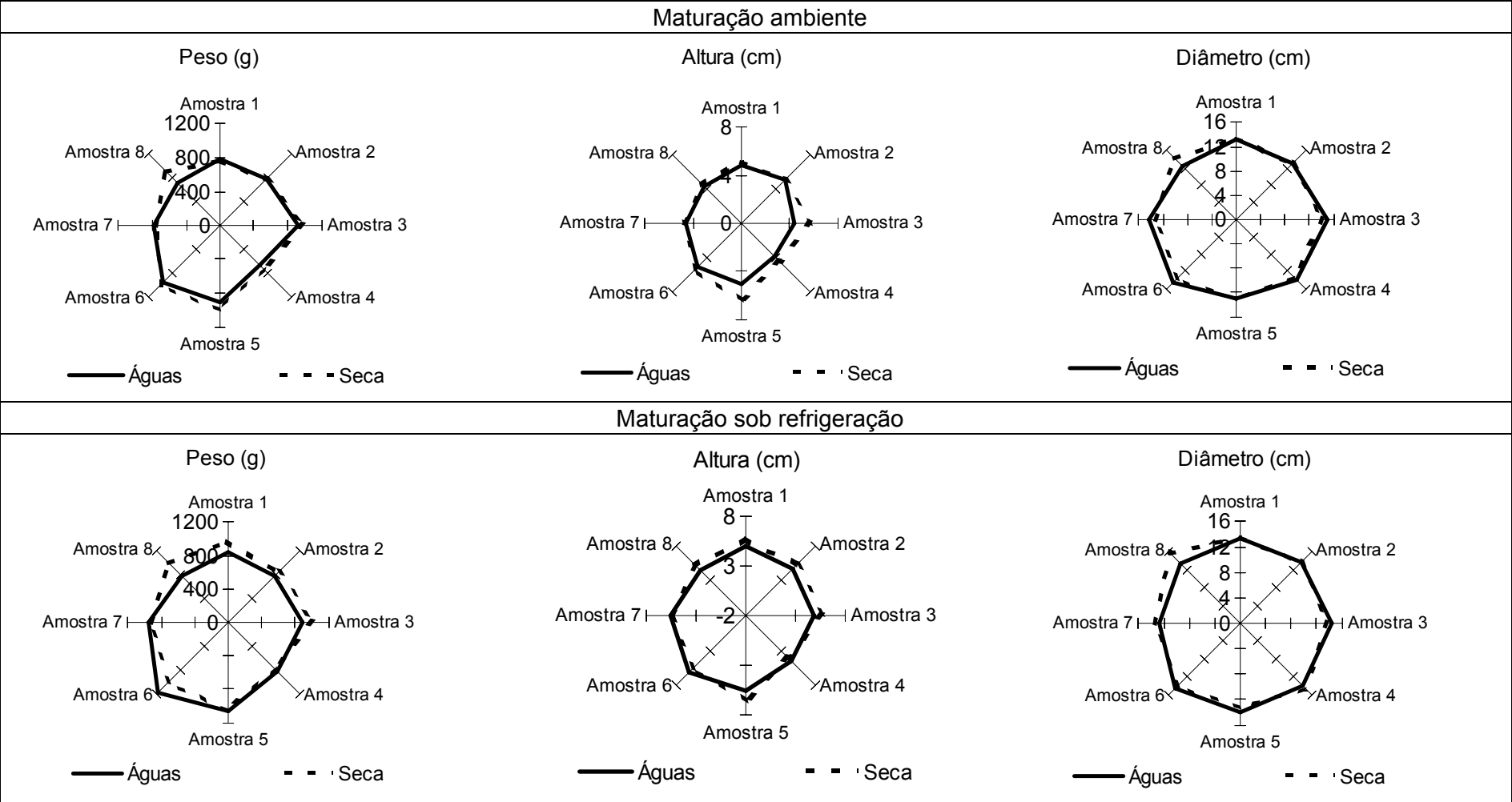


Figura 36 – Perfil do queijo minas artesanal da região do Serro, com 15 dias de maturação.

O diâmetro foi o parâmetro que apresentou maior homogeneidade entre as amostras, possivelmente por ser a utilização de formas com diâmetro semelhante entre os produtores.

Pelo fato de os queijos minas artesanais não estarem inseridos em sistemas de certificação que estabeleçam critérios de padronização desses produtos, a começar pelo seu próprio dimensionamento, estes resultados não surpreendem, dada a heterogeneidade existente entre os produtores.

3.3. Análises microbiológicas da água, pingo e leite

No Quadro 6, estão presentes as contagens microbiológicas médias da água utilizada nas unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro.

A maioria das amostras analisadas se encontra fora dos padrões exigidos pela legislação. No entanto, 37,5% delas tiveram contagem de coliformes totais e *Escherichia coli* menor que 1,00 UFC/mL, nos dois períodos do ano. Nas demais amostras, coliformes totais foram ligeiramente superiores no período das águas, ao passo que *Escherichia coli* só foi encontrada em três amostras analisadas.

A amostra número 01, mesmo sendo tratada com sanitizante (cloro), conforme informação dada pelo produtor, destaca-se das demais por apresentar contagens no período das águas superiores a um ciclo logarítmico.

Alguns sistemas de cloração, como clorador de passagem, com cloro em pastilhas, e os que utilizam garrafa pet, com cloro misturado na areia, são muito comuns no tratamento da água de unidades produtoras de queijos artesanais, porém não garantem a adequada passagem do cloro para a água, tornando o sistema ineficiente.

Além disso, as águas são provenientes de nascentes e nem sempre são tomadas medidas preventivas no sentido de melhor protegê-las de possíveis contaminações.

Quadro 6 – Valores médios das amostras em duplicata para contagem de coliformes totais e *Escherichia coli* na água utilizada em queijarias artesanais da região do Serro, Minas Gerais

Amostras	Período de análise			
	Seca		Águas	
	Coliformes totais	<i>Escherichia coli</i>	Coliformes totais	<i>Escherichia coli</i>
1	2,0x10 ⁰	1,0x10 ⁰	4,4x10 ¹	1,4x10 ¹
2	3,0x10 ⁰	1,0x10 ⁰	5,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰
3	5,0x10 ⁰	3,0x10 ⁰	7,0x10 ⁰	4,0x10 ⁰
4	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰
5	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	4,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰
6	1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	3,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰
7	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰
8	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰	< 1,0x10 ⁰
Legislação	Ausência em 100 mL			

A presença de *Escherichia coli* na água significa contaminação de origem fecal e que a mesma não se encontra em condições satisfatórias de uso. Além disso, a *Escherichia coli* possui diversas linhagens que são patogênicas ao homem e animais (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

A adoção de um tratamento adequado que garanta a segurança físico-química e microbiológica da água, como o uso de filtros e sistemas eficientes de cloração, é de extrema importância na produção de queijo minas artesanal, uma vez que a sua utilização na higienização das instalações, equipamentos e utensílios torna-se indispensável.

No Quadro 7 estão presentes as contagens microbiológicas médias do leite e do pingo utilizados na fabricação dos queijos minas artesanais da região do Serro, no período da seca e das águas.

Quadro 7 – Valores médios das contagens microbiológicas do pingo e do leite utilizados na fabricação dos queijos minas artesanais da região do Serro

Período de fabricação	Materiais analisados	Análises microbiológicas (Log UFC/ml)			
		Mesófilos aeróbios	Coliformes totais	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Seca	Pingo	-----	3,08	2,18	2,46
	Leite	5,79	4,04	1,50	4,43
Águas	Pingo	-----	3,36	2,23	2,41
	Leite	5,93	4,91	1,78	3,45
Legislação	Leite	< 5,00	-----	< 2,00	< 2,00

O pingo, fermento natural obtido no final da dessoragem dos queijos, apresentou nos dois períodos de análise, seca e águas, uma alta contagem de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, apesar da legislação não estabelecer nenhum tipo de padrão para este produto. A diferença das contagens entre o período da seca e das águas foi mínima para os três grupos contaminantes, não chegando a um ciclo logarítmico.

A falta de padronização na salga dos queijos afeta diretamente o teor de sal no pingo (PIMENTEL FILHO et al., 2005) e conseqüentemente a sua microbiota. Segundo FRAZIER e WESTHOFF (1988), *Staphylococcus aureus* são microrganismos halofílicos, e multiplicam-se em alimentos com concentrações de sal de até 9%.

Entretanto, mesmo havendo a presença de microrganismos contaminantes, possivelmente, o pingo possui uma predominância de bactérias lácticas (FURTADO, 1990) sendo inibidor de algumas fermentações indesejáveis (FURTADO et al., 2003).

No leite, as contagens de mesófilos aeróbios, coliformes totais e *Escherichia coli* foram ligeiramente superiores no período das águas, ocorrendo o contrário para a contagem de *Staphylococcus aureus*, que foi maior no período da seca. Resultados semelhantes para mesófilos aeróbios e coliformes totais foram encontrados por CABEZAS et al. (2005) em leite cru utilizado na fabricação de queijo artesanal.

Mesófilos aeróbios e *Staphylococcus aureus*, nos dois períodos de análise, apresentaram resultados superiores aos limites impostos pela legislação, indicando deficiência no processo de obtenção do leite.

Segundo LEITNER et al. (2003), o *S. aureus* é o principal microrganismo causador de mastite e a sua presença está diretamente relacionada, além de outros fatores, com a estação do ano e o estágio de lactação dos animais, sendo maior no período das águas, contrariando os resultados encontrados neste trabalho.

Dessa forma, a contaminação presente nos materiais analisados, água, leite e pingo, relaciona-se com condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, encontradas nas unidades produtoras, desde a sanidade do rebanho, pela possível presença de mastite, até as fases finais de produção do queijo, onde o pingo é recolhido, devendo ser criteriosamente controlada para a melhoria da qualidade do queijo.

3.4. Análises microbiológicas dos queijos

Os principais grupos microbianos exigidos pela legislação dos queijos minas artesanais foram avaliados. As contagens microbiológicas devem atender ao disposto na Lei Estadual/MG nº 14.185/2002 que segue os mesmos padrões da legislação federal (BRASIL, 1996) para queijos considerados de alta umidade (entre 46% e 54,9%). Além destes, a legislação federal ainda estabelece diferentes padrões para queijos de média umidade (entre 36% e 45,9%) e baixa umidade (menor que 36%).

3.4.1. Análise de mesófilos aeróbios, coliformes totais, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*

Para a contagem de mesófilos aeróbios, a análise de variância dos resultados (Apêndice E – Capítulo II) indicou não haver efeito simples ($P > 0,05$) para o período de fabricação, ao passo que a interação ocorreu ($P < 0,05$) de duas formas: entre o período de fabricação e a condição de

maturação e entre o período de maturação e a condição de maturação dos queijos.

Tanto no período da seca quanto das águas, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram menores médias ($P < 0,05$) nas contagens de mesófilos aeróbios, mas, quando maturados sob refrigeração, os queijos fabricados no período das águas apresentaram maiores contagens médias ($P < 0,05$) que aqueles fabricados no período da seca (Quadro 8).

Quadro 8 – Valores médios da contagem de mesófilos aeróbios em amostras de queijos minas artesanais da região do Serro

Período de fabricação	Condição de maturação	
	Ambiente	Refrigeração
Águas	7,02 a B	8,37 a A
Seca	7,20 a B	7,85 b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

A partir de 15 dias, a contagem de mesófilos aeróbios foi menor ($P < 0,05$) na condição ambiente, atingindo uma diferença de aproximadamente dois ciclos log ao final de 64 dias (Quadro 9).

Para o grupo dos contaminantes (coliformes totais, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*), as condições de maturação dos queijos foram determinantes no sentido de promover a redução da contagem microbiana.

Na condição ambiente, a partir de 29 dias de maturação, as contagens desses microrganismos foram menores que 10^1 UFC/g, em todas as amostras, sendo considerados apenas os tempos 2, 8, 15 e 22 dias para a expressão dos resultados. Já os queijos maturados sob refrigeração apresentaram contagens mais elevadas, sendo os resultados expressos até os 64 dias.

Quadro 9 – Valores médios das contagens de mesófilos aeróbios (Log UFC/g) em amostras de queijos minas artesanais da região do Serro

Condição de maturação	Período de maturação (dias)						
	8	15	22	29	36	50	64
Ambiente	8,01 a	7,83 b	7,80 b	7,28 b	6,99 b	5,88 b	5,97 b
Refrigeração	8,33 a	8,40 a	8,49 a	7,88 a	8,12 a	7,90 a	7,65 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

Portanto, dada a grande diferença existente entre as duas condições de maturação dos queijos, ambiente e refrigeração, a análise de variância para o grupo dos contaminantes considerou o efeito simples e as interações de apenas dois fatores, período de maturação e período de fabricação dos queijos.

Para os queijos maturados na condição ambiente, a análise de variância (Apêndice E – Capítulo II) indicou haver efeito simples ($P < 0,05$) do período de maturação para todos os contaminantes e do período de fabricação apenas para *Escherichia coli*, que apresentou média maior ($P < 0,05$) no período das águas (Quadro 10), semelhante aos resultados encontrados por CARIDI et al. (2003b), que observaram maiores contagens de *E. coli* em queijos artesanais fabricados em temperaturas próximas a 23°C.

Para coliformes totais, houve interação ($P < 0,05$) entre o período de maturação e o período de fabricação dos queijos, tendo o período das águas as maiores ($P < 0,05$) médias no início da maturação, o que não se repetiu a partir do 8º dia (Quadro 11).

No período das águas, os primeiros 6 dias de maturação (entre o 2º e o 8º dia) foram suficientes para reduzir as contagens iniciais em mais de dois ciclos log.

Quadro 10 – Valores médios da contagem de *Escherichia coli* (Log UFC/g) em amostras de queijos minas artesanais da região do Serro

Período de fabricação	E. coli
Águas	2,50 a
Seca	1,97 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($P>0,05$).

Quadro 11 – Valores médios da contagem de coliformes totais (Log UFC/g) em amostras de queijos minas artesanais da região do Serro

Período de fabricação	Período de maturação			
	2	8	15	22
Águas	5,54 a	3,22 a	2,63 a	1,42 a
Seca	3,86 b	3,47 a	2,21 a	1,38 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($P>0,05$).

Já a análise de variância dos queijos maturados sob refrigeração (Apêndice E – Capítulo II) apresentou efeito simples ($P<0,05$) do período de fabricação para coliformes totais e *Staphylococcus aureus* e do período de maturação para todos os três grupos de contaminantes. Não houve interação ($P>0,05$) para nenhum grupo de contaminantes.

O Quadro 12 indica que as contagens de coliformes totais e *Staphylococcus aureus* foram maiores ($P<0,05$) no período das águas quando comparadas com aquelas apresentadas no período da seca.

Confirma-se neste caso que as condições higiênico-sanitárias das unidades produtoras de queijos minas artesanais da região do Serro são menos adequadas no período das águas, onde o crescimento bacteriano é mais propício.

Quadro 12 – Valores médios da contagem de coliforme totais e *Staphylococcus aureus* (Log UFC/g) em amostras de queijos minas artesanais da região do Serro

Período de fabricação	Coliformes totais	<i>S. aureus</i>
Águas	3,52 a	3,40 a
Seca	2,59 b	2,04 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($P>0,05$).

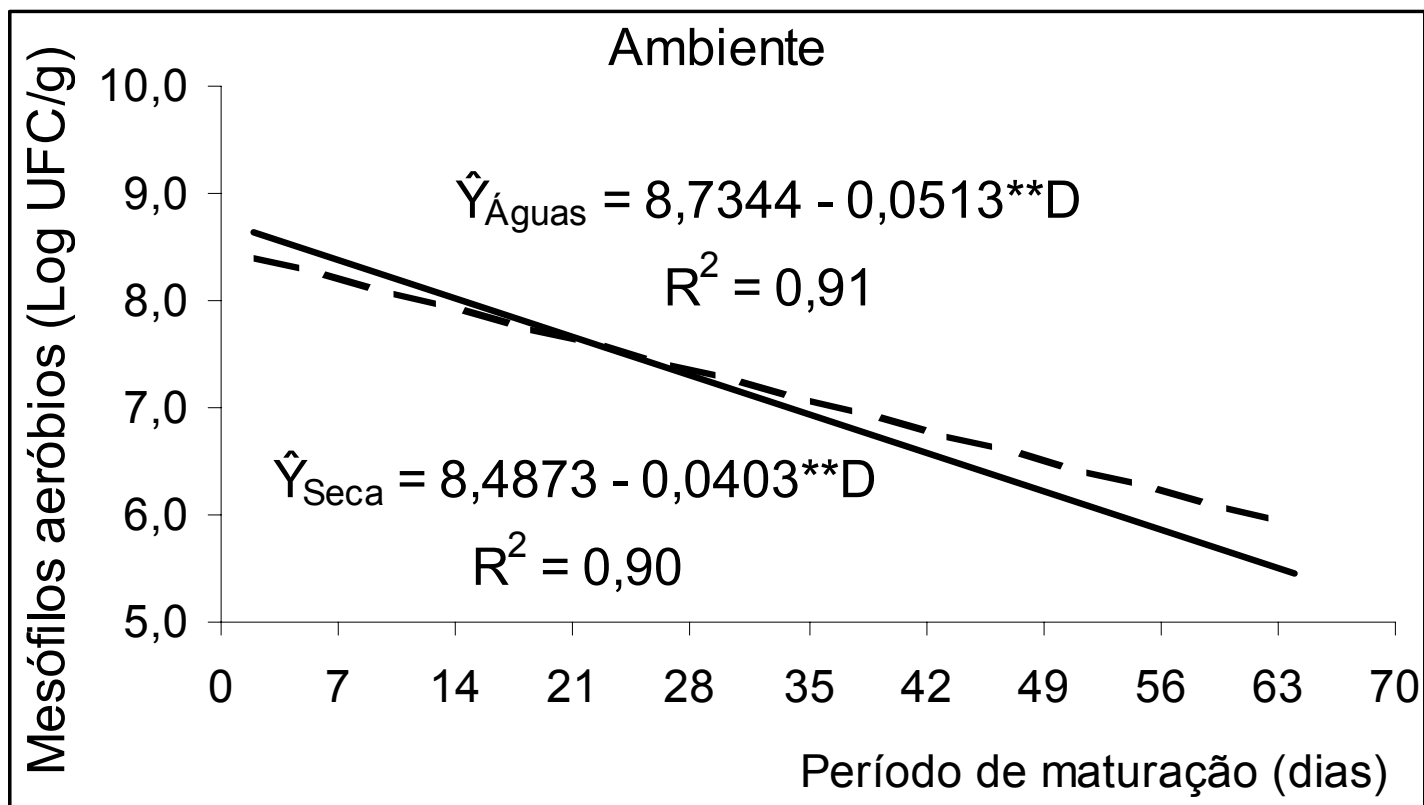
As Figuras 37 a 44 representam o comportamento de todos os grupos microbianos estudados ao longo do período de maturação de acordo com o período de fabricação e as condições de maturação impostas.

Nota-se que o período de maturação causou efeito linear negativo para as contagens de mesófilos aeróbios (Figura 37 e 38), coliformes totais (Figura 39 e 40), *Escherichia coli* (Figura 41 e 42) e *Staphylococcus aureus* (Figura 43 e 44), com destaque para os queijos maturados na condição ambiente, que apresentaram menores contagens que os queijos refrigerados em praticamente todo o período de maturação.

No começo da maturação dos queijos, o número inicial de todos os microrganismos se encontrava muito alto, principalmente no período das águas, quando a temperatura e a umidade relativa ambiente, no momento da fabricação, foram maiores.

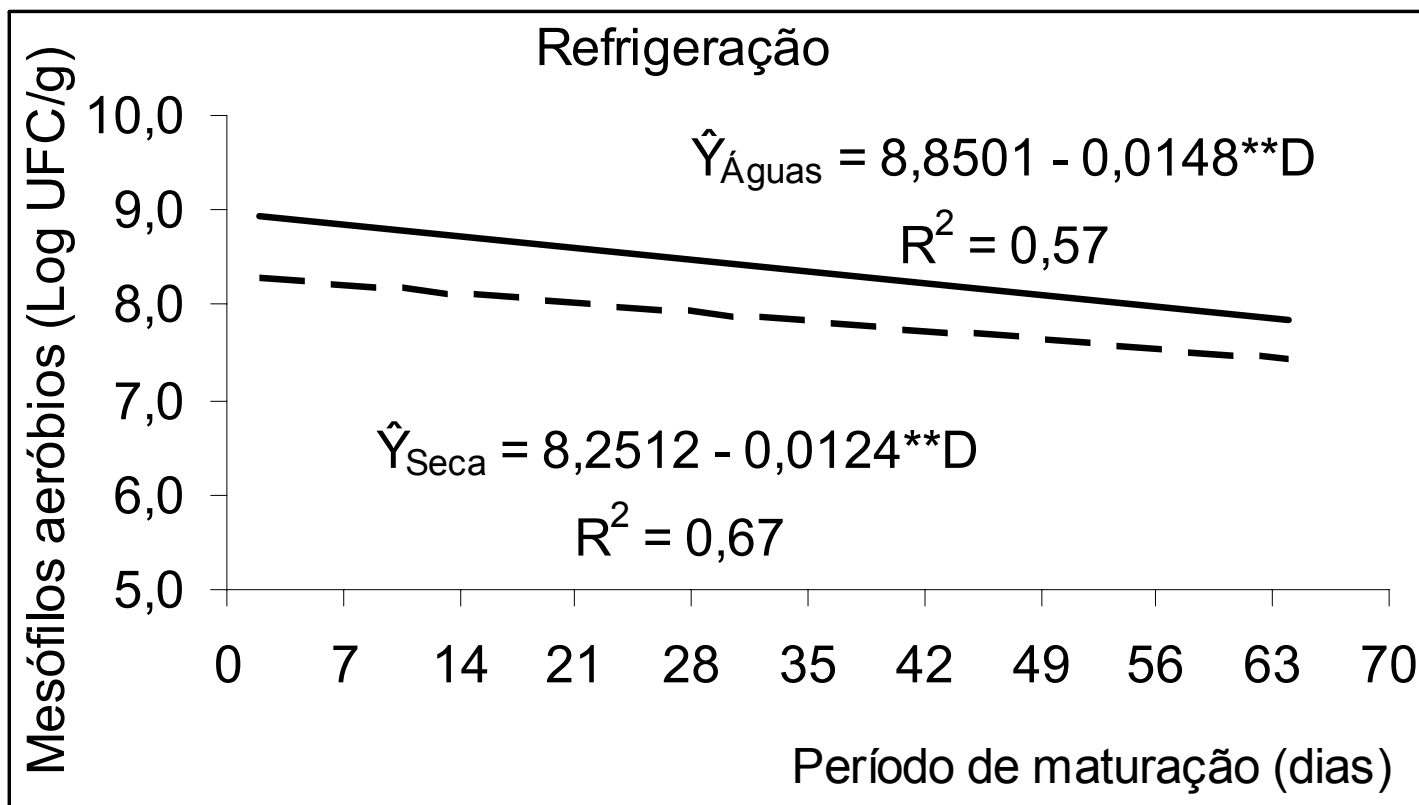
Segundo FERREIRA (2004), o aumento da temperatura implica diretamente no maior crescimento da microbiota presente nos queijos, seja ela endógena, adicionada ou contaminante.

Contribuíram para a alta contagem inicial a baixa qualidade microbiológica do leite e do pingo utilizados na fabricação dos queijos, possíveis contaminações geradas pelos manipuladores e as características intrínsecas dos queijos, como o elevado conteúdo de umidade e disponibilidade de substrato (açúcares), favorecendo o crescimento celular.



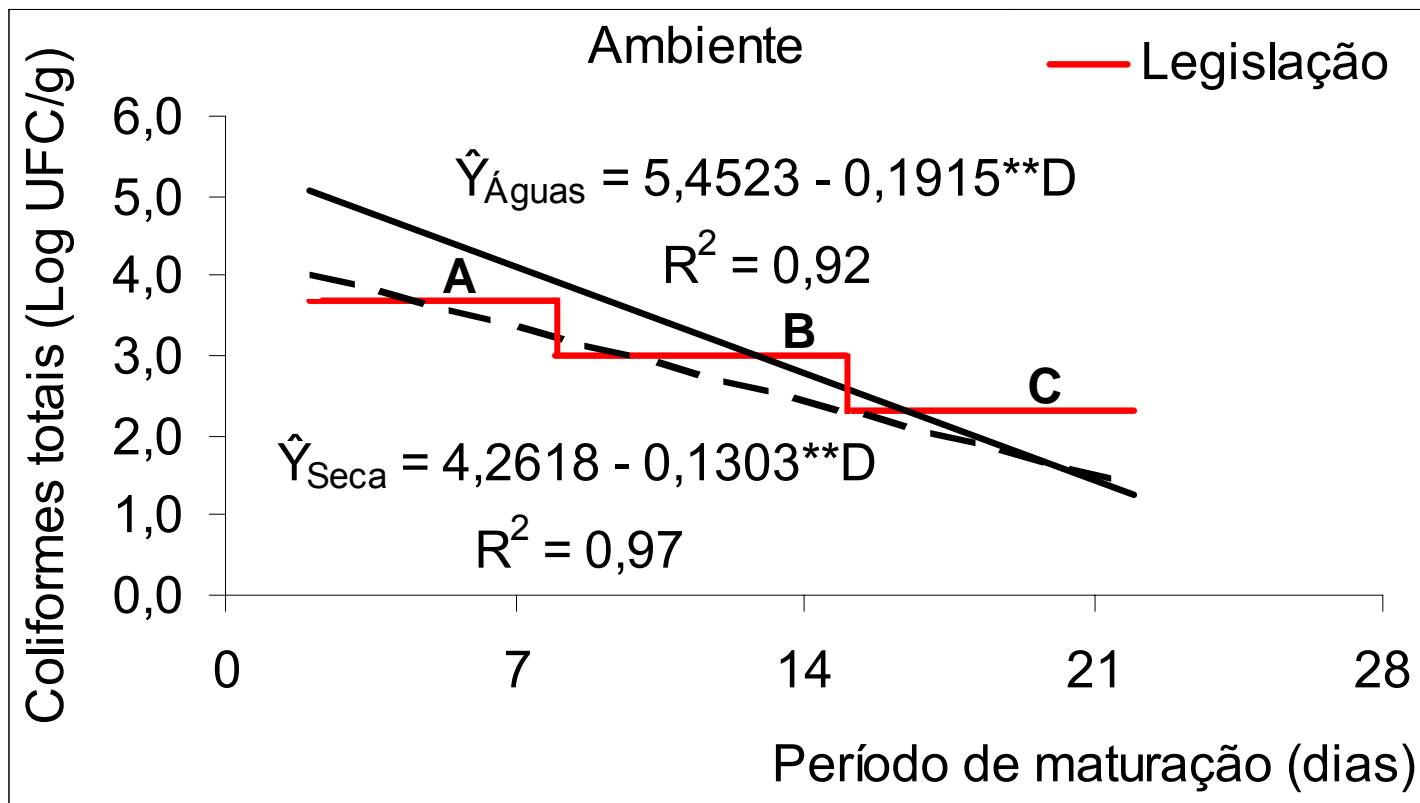
** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 37 – Estimativas da contagem de mesófilos aeróbios dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados na condição ambiente, em função do período de maturação (dias).



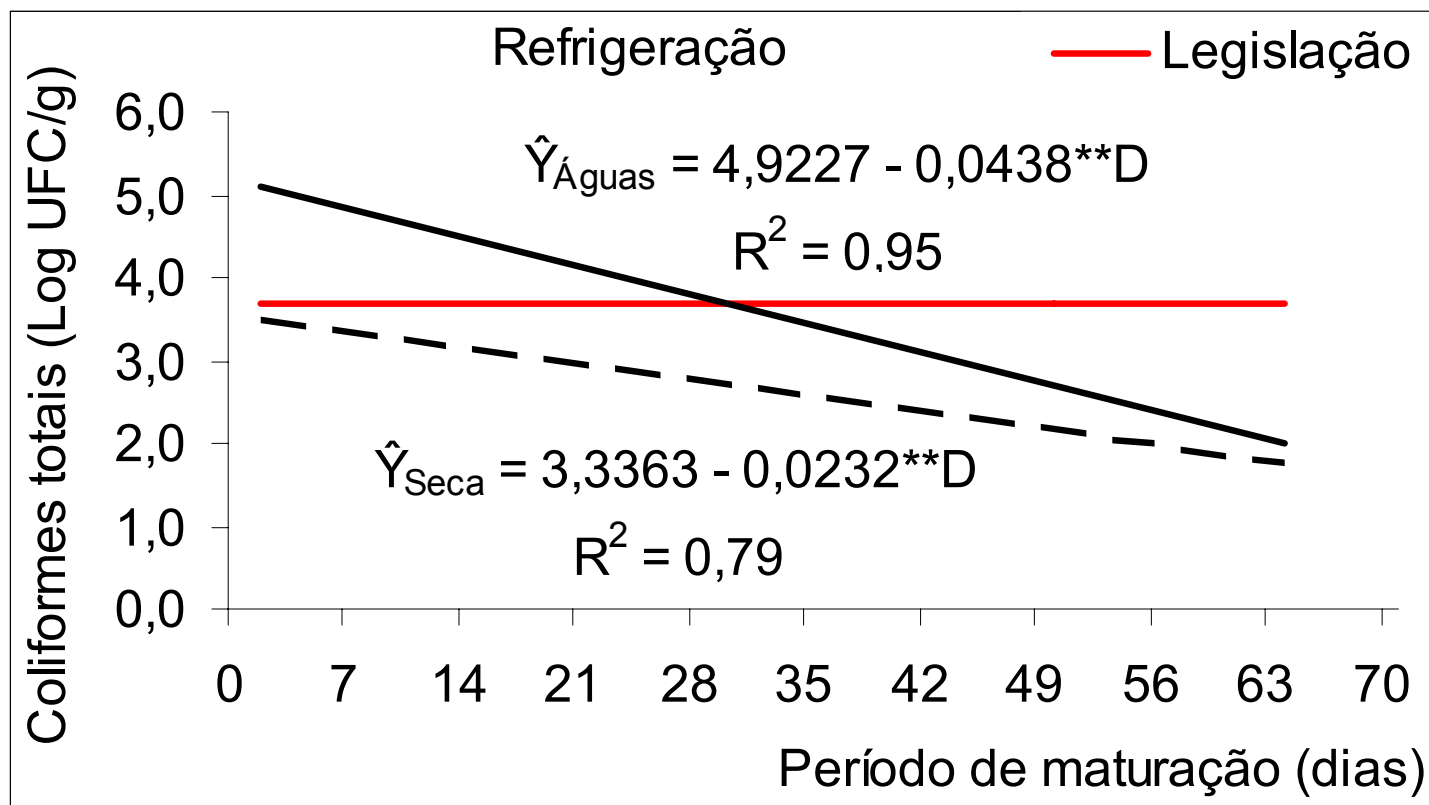
** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 38 – Estimativas da contagem de mesófilos aeróbios dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados sob refrigeração, em função do período de maturação (dias).



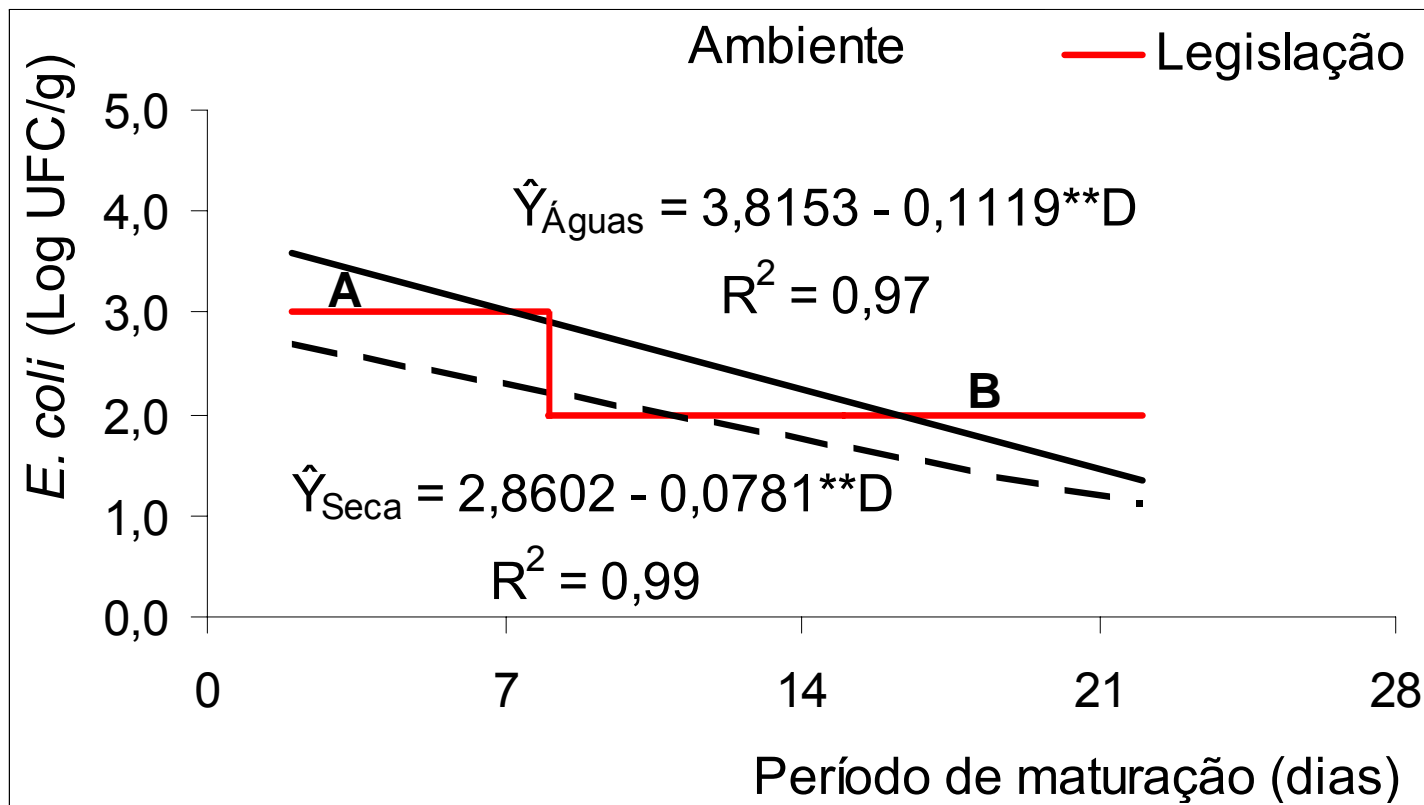
** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 39 – Estimativas da contagem de coliformes totais dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados na condição ambiente, em função do período de maturação (dias) A - queijos com até 7 dias de maturação; B - queijos com 8 a 15 dias de maturação; c - queijos com mais de 15 dias de maturação.



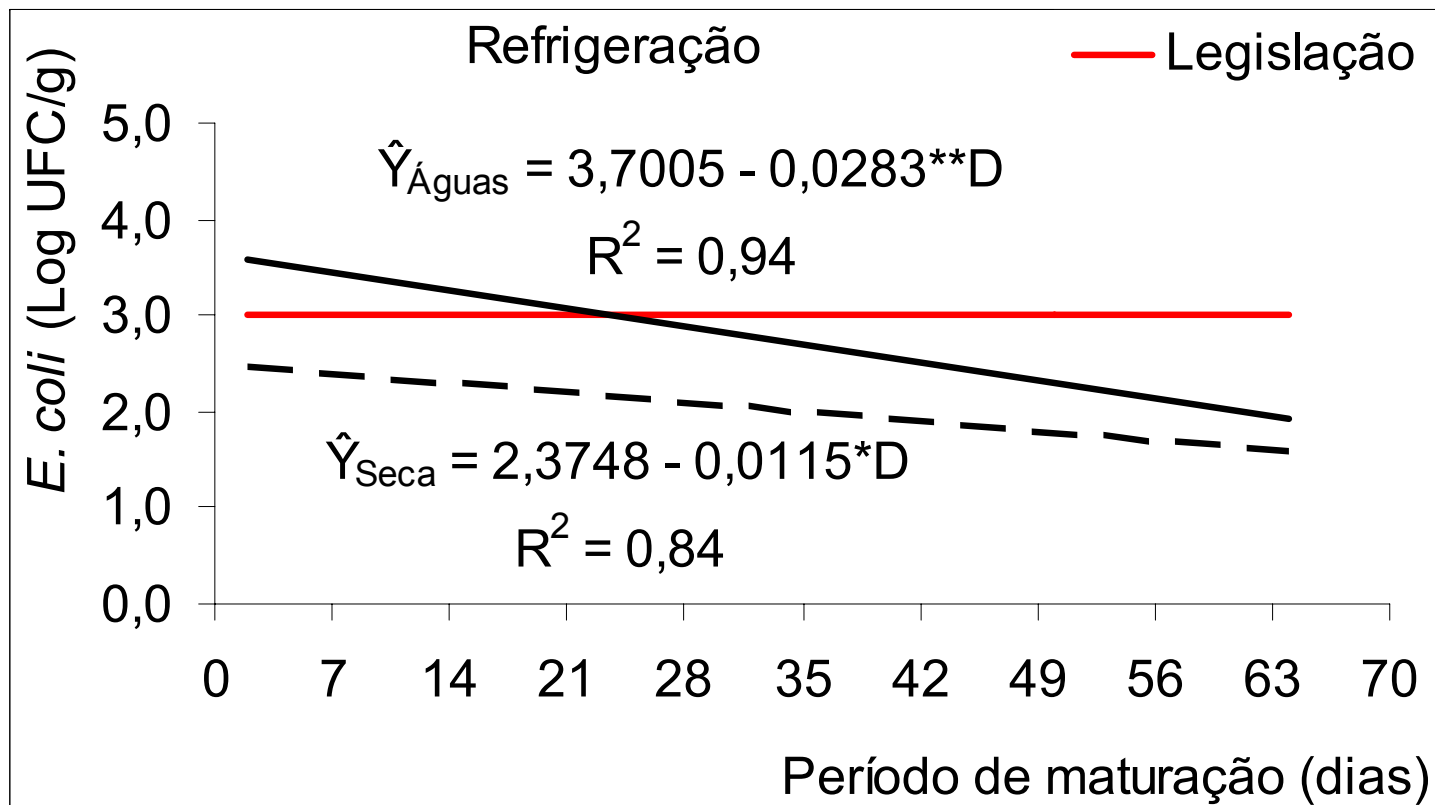
** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 40 – Estimativas da contagem de coliformes totais dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados sob refrigeração, em função do período de maturação (dias).



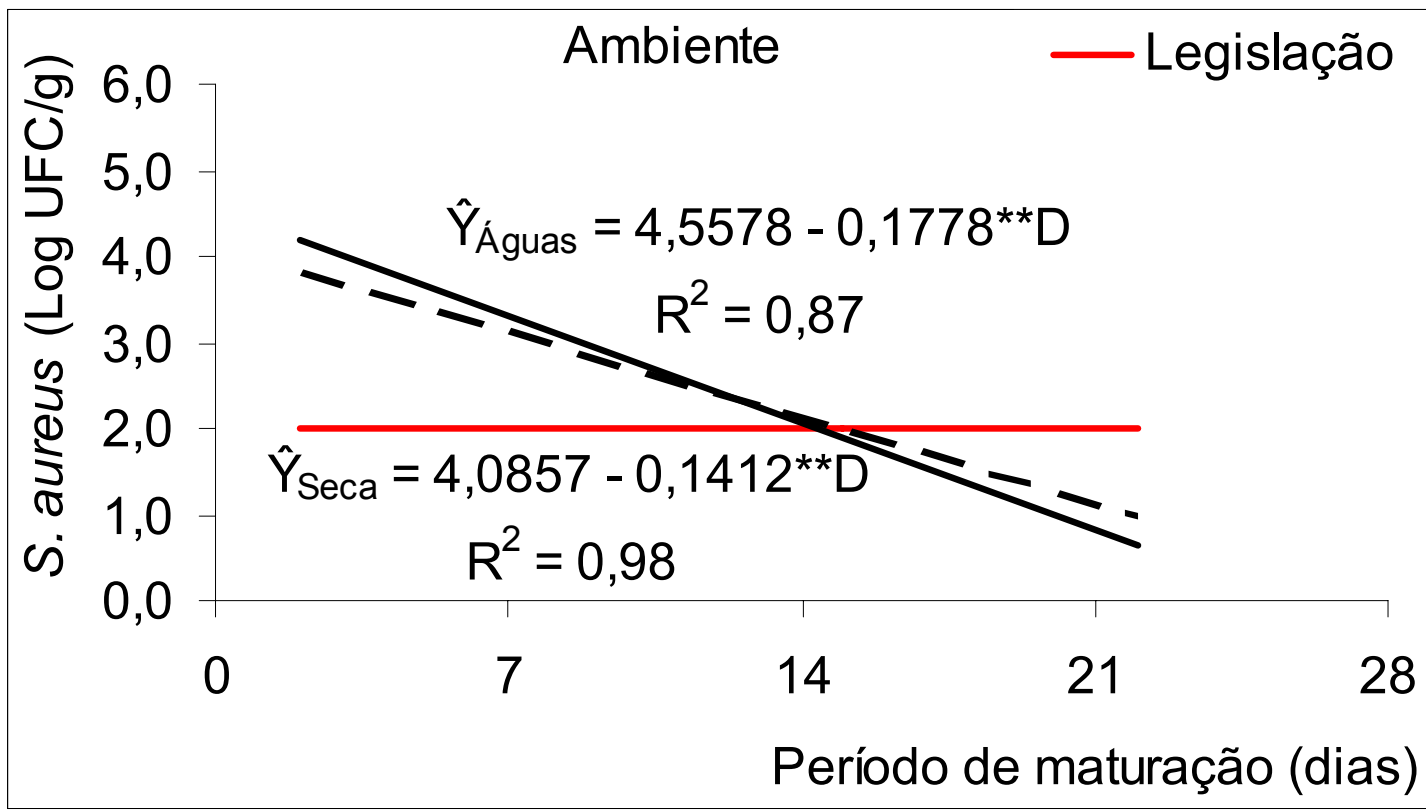
** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 41 – Estimativas da contagem de *E. coli* dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados na condição ambiente, em função do período de maturação (dias): A - queijos com até 7 dias de maturação; B - queijos com mais de 7 dias.



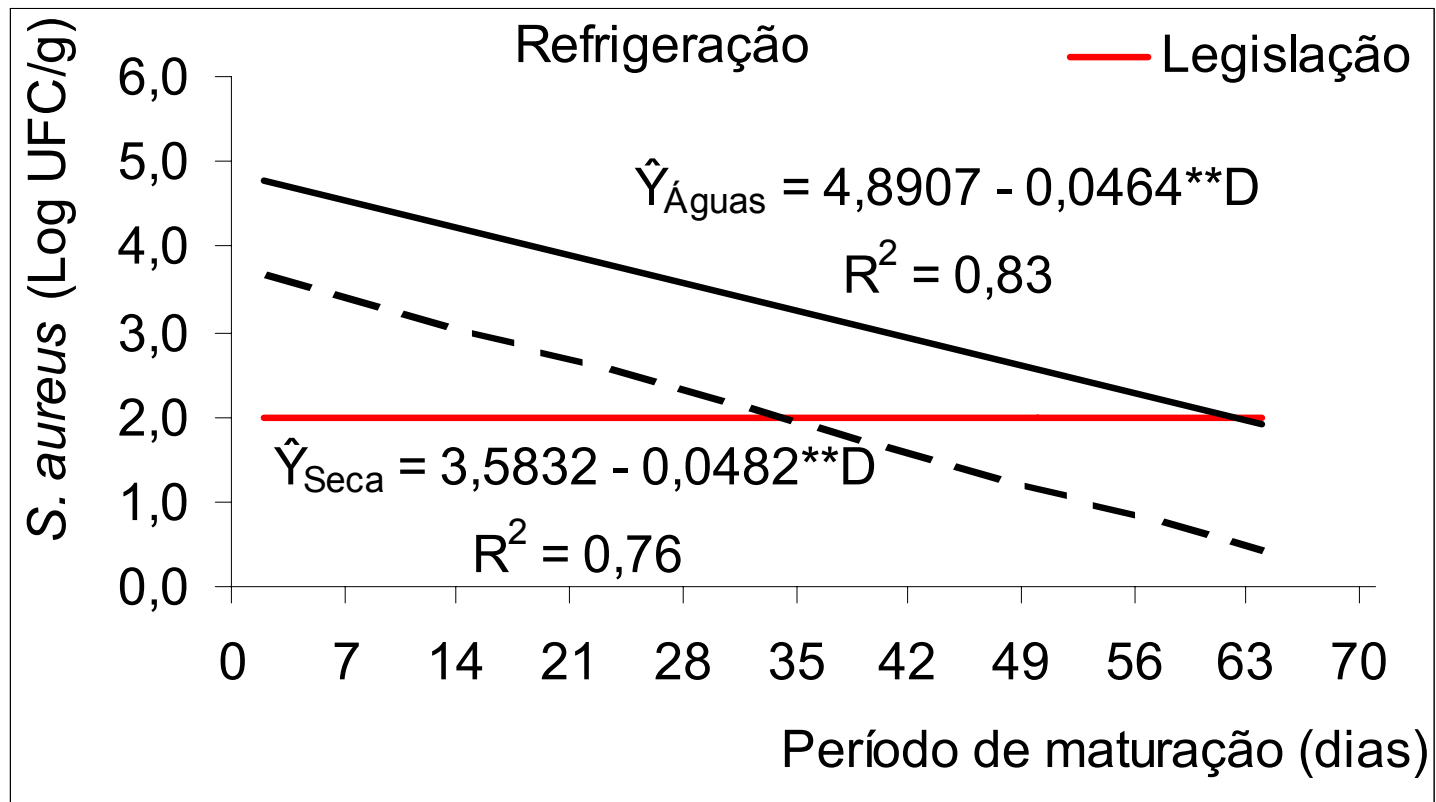
** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 42 – Estimativas da contagem de *E. coli* dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados sob refrigeração, em função do período de maturação (dias).



** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 43 – Estimativas da contagem de *S. aureus* dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados na condição ambiente, em função do período de maturação (dias).



** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Figura 44 – Estimativas da contagem de *S. aureus* dos queijos minas artesanais da região do Serro, maturados sob refrigeração, em função do período de maturação (dias).

Uma vez que o leite não recebe nenhum tratamento para a eliminação de microrganismos contaminantes, práticas adequadas de higiene devem ser adotadas como forma de diminuir a contagem inicial de contaminantes, evitando a fabricação de queijos com baixa qualidade microbiológica.

O pingo, sendo originado de um soro contaminado, dará seqüência a um processo de recontaminação da produção, já que o mesmo será utilizado na fabricação dos queijos do dia seguinte.

Além disso, o uso de equipamentos e utensílios de materiais propícios à contaminação, e de difícil higienização, como a madeira e a ardósia, pode causar a formação de biofilmes, responsáveis por uma possível contaminação dos queijos.

Com o decorrer da maturação, a contagem inicial de todos os grupos de microrganismos foi sendo progressivamente reduzida ($P < 0,01$; $P < 0,05$), numa velocidade muito maior para os queijos maturados na condição ambiente. Nota-se também que os queijos fabricados no período das águas apresentaram uma queda mais acentuada das contagens dentro de cada condição de maturação.

De maneira geral, estes resultados se assemelham àqueles encontrados por MARINO et al. (2003), CARIDI et al. (2003a) e IURLINA e FRITZ (2004), em trabalhos realizados com queijos artesanais.

Experimentos realizados por PSONI et al. (2003), MOATSOU et al. (2004), CABEZAS et al. (2005) e ÖNER et al. (2006), demonstraram que, mesmo sob refrigeração, as contagens microbianas em queijos maturados também tendem a diminuir; porém, temperaturas mais elevadas aceleram este decréscimo.

A maturação na condição ambiente provoca a diminuição do conteúdo de umidade e conseqüentemente o aumento da concentração de cloreto de sódio e a diminuição da atividade de água dos queijos, contribuindo de forma significativa na redução dos contaminantes (ECK, 1987).

Segundo BERESFORD et al. (2001), além desses fatores, o potencial de oxi-redução dos queijos também pode ser responsável pela redução desses contaminantes e de outros, como *Pseudomonas*,

Brevibacterium, *Bacillus* e *Micrococcus* sp., eliminando as bactérias aeróbias estritas.

Ainda de acordo com FOX (1993), durante a maturação dos queijos, as interações bioquímicas e microbiológicas são fundamentais para a garantia da segurança do produto, principalmente aqueles fabricados a partir de leite cru.

As condições de inibição, desenvolvidas durante a maturação, ocorrem principalmente pela competitividade das bactérias do ácido láctico e da microbiota secundária, capazes de prevalecer no meio, agindo através da seleção natural, pela produção de ácido láctico, diminuição do conteúdo de açúcar disponível e do potencial de oxi-redução e pela produção de enzimas antimicrobianas (ALEXANDRE et al., 2002; MANOLOPOULOU et al., 2003; CARIDI et al., 2003b).

Ao apresentar uma tendência linear de redução da contagem microbiológica durante a maturação, pressupõe-se que o leite utilizado na fabricação dos queijos, caso atendesse aos padrões exigidos para a produção de leite tipo A (MAPA, 2002) poderia reduzir a contaminação inicial dos queijos, diminuindo o tempo de maturação para a sua adequação à legislação.

Os dados obtidos deixam claro que os queijos fabricados no período da seca, mesmo apresentando durante a maturação uma taxa de redução microbiana diária menor que o período das águas, por apresentarem menores contagens iniciais, atingem mais rapidamente os padrões exigidos pela legislação.

O Quadro 13 indica o período mínimo de maturação dos queijos minas artesanais da região do Serro para adequação às exigências microbiológicas estabelecidas pela legislação, de acordo com o período de fabricação e a condição de maturação a que foram submetidos.

Os queijos maturados na condição ambiente apresentaram contagens microbiológicas dentro dos padrões de legislação (BRASIL, 1996), para todos os grupos contaminantes, a partir de 17 dias de maturação, quando ainda eram classificados como queijos de média umidade.

Quadro 13 – Estimativas do período mínimo de maturação dos queijos minas artesanais da região do Serro para adequação às exigências microbiológicas estabelecidas pela da legislação

Contagens	PF	CM	Legislação (Log UFC/g)	Equação de regressão	PM (mínimo)
Coliformes totais	Seca	Ambiente	< 3,0	$\hat{Y} = 4,2618 - 0,1303 D$	10 dias
		Refrigeração	< 3,7	$\hat{Y} = 3,3363 - 0,0232 D$	02 dias
	Águas	Ambiente	< 3,0	$\hat{Y} = 5,4523 - 0,1915 D$	13 dias
		Refrigeração	< 3,7	$\hat{Y} = 4,9227 - 0,0438 D$	28 dias
<i>E. coli</i>	Seca	Ambiente	< 2,0	$\hat{Y} = 2,8602 - 0,0781 D$	12 dias
		Refrigeração	< 3,0	$\hat{Y} = 2,3748 - 0,0115 D$	02 dias
	Águas	Ambiente	< 2,0	$\hat{Y} = 3,8153 - 0,1119 D$	17 dias
		Refrigeração	< 3,0	$\hat{Y} = 3,7005 - 0,0283 D$	25 dias
<i>S. aureus</i>	Seca	Ambiente	< 2,0	$\hat{Y} = 4,5578 - 0,1778 D$	15 dias
		Refrigeração	< 2,0	$\hat{Y} = 3,5832 - 0,0482 D$	33 dias
	Águas	Ambiente	< 2,0	$\hat{Y} = 4,0857 - 0,1412 D$	15 dias
		Refrigeração	< 2,0	$\hat{Y} = 4,8907 - 0,0464 D$	63 dias

PF - Período de fabricação; PM - Período de maturação; CM - Condição de maturação.

Já as contagens microbianas dos queijos maturados sob refrigeração, devido a diferença apresentada entre o período da seca e das águas, atingiram os níveis de legislação em tempos diferentes.

Os queijos fabricados na seca se adequaram a partir de 33 dias de maturação, enquanto aqueles fabricados no período das águas se adequaram somente aos 63 dias.

Os queijos artesanais, antes de serem introduzidos na cadeia de frios, eram comercializados somente após duas ou três semanas de maturação ambiente. Dessa forma, intencionalmente ou não, os produtores garantiam a segurança microbiológica do produto, além de ressaltar as suas

características sensoriais mais marcantes, diferenciando-os dos queijos de outras regiões.

Com o tempo, mudaram-se os costumes, introduziram-se novos hábitos e a necessidade de aumentar as vendas dos queijos em função da diminuição do período de maturação não foi acompanhada pela modernização dos sistemas de produção, que, ainda, em muitos casos, se encontram ultrapassados, não atendendo às exigências legais para que os queijos possam ser comercializados com segurança.

É importante destacar que os resultados obtidos neste experimento foram expressos como a média de oito produtores. Dessa forma, o tempo mínimo de maturação dos queijos minas artesanais não poderá ser o mesmo para todos, devendo cada um deles ser acompanhado e avaliado isoladamente por órgão fiscalizador competente.

É bem provável que, para uma mesma região produtora de queijos artesanais, haja um conjunto de fatores (clima, vegetação, rebanho, estrutura física etc.) que atuem diferentemente em cada propriedade, de acordo com as suas condições locais, contribuindo para que o período de maturação dos queijos seja peculiar a cada uma das unidades produtoras.

A implementação de um conselho regulador (órgão independente de inspeção e auxílio para a manutenção da qualidade dos produtos), formado pelos próprios produtores (associados e, ou cooperados), membros do governo, órgãos de fiscalização e demais instituições de pesquisa e extensão, poderá ser uma boa alternativa para o acompanhamento das características físico-químicas e microbiológicas da matéria-prima e dos queijos, regulamentando as normas de produção e a adequação das unidades produtoras, além de atuar na capacitação constante dos produtores rurais.

3.4.2. Análise de *Listeria sp.* e *Salmonella sp.*

As legislações estaduais e federais (LEI ESTADUAL/MG, 2002; BRASIL, 2000), referentes aos queijos minas artesanais, exigem a ausência de *Listeria sp* e *Salmonella sp* em 25g de amostra de queijo.

De acordo com os resultados obtidos, todas as amostras de queijo analisadas apresentaram ausência de *Listeria* sp. Porém, uma das oito amostras dos queijos, maturados sob refrigeração e fabricados apenas no período das águas, apresentou *Salmonella* sp nas duas primeiras semanas (8 e 15 dias) de análise. No entanto, a partir de 22 dias, mesmo sob condições de refrigeração, amostras do mesmo produtor e do mesmo lote de produção não apresentaram *Salmonella* sp, devido provavelmente ao acúmulo de ácido láctico no meio e pelos baixos valores de pH encontrados nessa amostra (< 4,7).

Queijos desse mesmo produtor e do mesmo lote de produção, porém maturados à temperatura ambiente, não apresentaram *Salmonella* sp em nenhum dia de análise.

Segundo FRANCO e LANDGRAF (1996), a *Salmonella* é inibida a valores de pH abaixo de 4,0, mas, dependendo da espécie contaminante, valores de pH abaixo de 5,5 são suficientes para a sua eliminação. Além disso, vários pesquisadores (MORENO et al., 2000; ALEXANDRE et al., 2002; CARIDI et al., 2003a; MACEDO et al., 2004; RODRIGUES, et al., 2005) já identificaram atividade antimicrobiana de bactérias lácticas contra microrganismos patogênicos como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp.

Estes dados são de extrema importância para a determinação definitiva das condições de maturação dos queijos artesanais, uma vez que se trata de um produto fabricado com leite cru. Nesse caso, a temperatura ambiente poderá ser uma aliada no combate aos contaminantes, favorecendo o metabolismo das bactérias do ácido láctico e o acúmulo de metabólitos responsáveis pela inibição e eliminação dos mesmos.

Portanto, a prática da refrigeração no armazenamento e na maturação dos queijos minas artesanais poderá contribuir para a colocação no mercado de produtos contaminados, caso estes não se apresentem com as contagens microbianas exigidas pela legislação ou se não forem previamente maturados na condição ambiente.

3.5. Análise de enterotoxinas estafilocócicas

Apesar da alta contagem inicial de *Staphylococcus aureus* nos queijos, não se detectou a presença de enterotoxinas em nenhuma das oito amostras analisadas, tanto no período da seca quanto nas águas. Isto indica a possível presença no meio de algum mecanismo inibidor da formação de enterotoxinas, havendo a necessidade de estudos mais avançados nesta área para afirmações conclusivas, inclusive, sobre os efeitos do período de maturação e da condição de maturação (ambiente e refrigeração), na toxina pré-formada.

3.6. Similaridade das características físico-químicas do queijo minas artesanal da região do Serro em função do período de fabricação e da condição de maturação

A Figura 45 representa os resultados obtidos pelo agrupamento (método hierárquico de ligação simples baseado na distância euclidiana dos dados padronizados) das combinações dos dois níveis dos fatores período de fabricação (seca/águas) e condição de maturação (ambiente/refrigeração) dos queijos minas artesanais da região do Serro.

Os resultados obtidos demonstram que os queijos maturados nas mesmas condições, em função da média dos períodos de fabricação, apresentaram características físico-químicas mais próximas umas das outras, com similaridade um pouco maior entre os queijos maturados sob refrigeração, aproximadamente 60%.

Isto é um indicativo de que a maturação ocorrida na condição ambiente provocou maiores alterações nas características físico-químicas dos queijos minas artesanais do Serro.

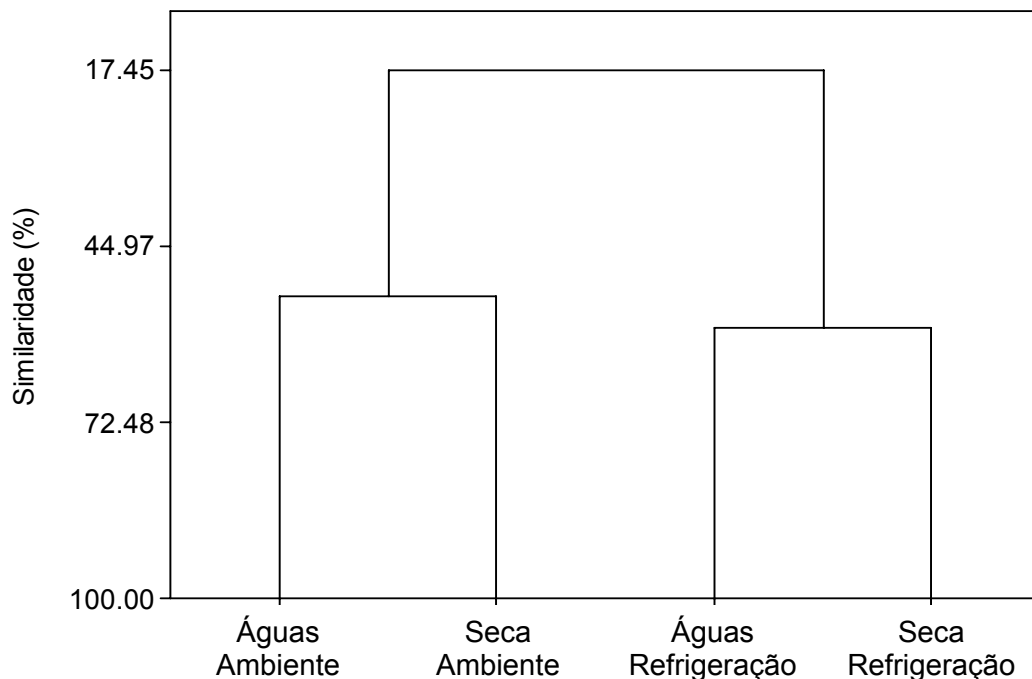


Figura 45 – Estimativas das similaridades entre as combinações dos períodos de fabricação e das condições de maturação dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função das características físico-químicas.

Essa similaridade relativamente baixa entre os queijos maturados na mesma condição representa uma falta de padronização do processo de fabricação dos queijos, determinado por fatores possivelmente relacionados à composição do leite, dosagem de ingredientes (pingo, coalho e sal), tempo de coagulação do leite, corte da massa, período de maturação, entre outros.

Já os queijos maturados em condições diferentes (ambiente e refrigeração) apresentaram grau de similaridade muito baixo, próximo a 17%. Em consequência das alterações provocadas principalmente pela maturação ambiente, o distanciamento entre os valores médios das características físicas e físico-químicas tende a aumentar consideravelmente.

Além da padronização do processo de fabricação dos queijos, sugere-se que as condições de armazenamento (umidade relativa e temperatura), caso a maturação venha a ser implementada, sejam

devidamente controladas, como forma de se atingir padrões de identidade e qualidade constantes e confiáveis, favorecendo a identificação do produto nos supermercados e a diminuição da sua clandestinidade frente ao comércio paralelo.

3.7. Correlações entre os parâmetros físicos e físico-químicos do queijo minas artesanal da região do Serro

O Quadro 14 apresenta as correlações resultantes do estudo das características físicas (peso, altura e diâmetro) e físico-químicas (atividade de água, cloreto de sódio, umidade, gordura, pH, ácido láctico, nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6, índice de extensão de maturação, nitrogênio solúvel em TCA 12% e índice de profundidade de maturação) dos queijos minas artesanais da região do Serro.

Gordura, NS em pH 4,6, NS em TCA 12%, índice de profundidade de maturação e peso apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,70 ($P < 0,05$) com atividade de água e umidade, que também apresentaram relações positivas ($P < 0,05$) com cloreto de sódio. Neste caso, durante a maturação ambiente, destaca-se a umidade e o peso como responsáveis pela perda de rendimento dos queijos e a gordura como sendo possivelmente o principal parâmetro capaz de acentuar o sabor dos mesmos, devido à concentração de compostos aromáticos.

Entre si, umidade e atividade de água foram os parâmetros físico-químicos que tiveram a mais alta ($P < 0,05$) correlação (0,87). Já o ácido láctico apresentou a menor correlação entre todos os parâmetros analisados.

De acordo com FURTADO (1990), a atividade de água presente nos queijos depende basicamente do seu conteúdo de água e cloreto de sódio, sendo diretamente proporcional ao primeiro e inversamente ao segundo.

O pH também apresentou baixas correlações com os demais parâmetros, tendo a melhor correlação com nitrogênio total, pouco acima de 0,50. No entanto, esperava-se maior relação com os demais compostos nitrogenados, pelo fato de a presença de compostos alcalinos, formados

durante a maturação (aminoácidos e nitrogênio amoniacal), ser responsável pelo aumento do pH (ECK, 1987).

Possivelmente, relações mais fortes entre os parâmetros estudados ocorreriam na presença de um processo de maturação mais controlado, no que se refere, principalmente, à temperatura e umidade relativa. Isso poderá possibilitar maior padronização físico-química e sensorial dos queijos, atingindo assim as características requeridas no produto final.

Quadro 14 – Estimativas das correlações entre os parâmetros físicos e físico-químicos dos queijos minas artesanais da região do Serro

Parâmetros físicos e físico-químicos														
(%)	Aw	NaCl	UMD	G	pH	AL	NT	NS	IEM	NPN	IPM	P	h	D
Aw	-----	-0,86**	0,87**	-0,76**	-0,07	0,11	-0,43**	-0,76**	-0,65**	-0,74**	-0,70**	0,70**	0,28*	0,56**
NaCl		-----	-0,64**	0,59**	0,02	0,08	0,24*	0,62**	0,62**	0,56**	0,57**	-0,56**	-0,26*	-0,49**
UMD			-----	-0,85**	-0,15	0,17	-0,61**	-0,85**	-0,68**	-0,85	-0,77**	0,77**	0,33**	0,54**
G				-----	-0,06	-0,13	0,22	0,69**	0,73**	0,67**	0,74**	-0,75**	-0,44**	-0,44**
pH					-----	-0,46**	0,51**	0,40**	0,18	0,43**	0,28*	0,08	0,04	0,26*
AL						-----	-0,12	-0,29*	-0,29*	-0,38**	-0,42**	0,05	0,25*	-0,34**
NT							-----	0,63**	0,14	0,67**	0,34**	-0,34**	0,02	-0,34**
NS								-----	0,86**	0,96**	0,90**	-0,54**	-0,20*	-0,28*
IEM									-----	0,77**	0,92**	-0,46**	0,26*	-0,14
NPN										-----	0,92**	-0,52**	-0,22	-0,24*
IPM											-----	-0,49**	-0,27*	-0,13
P												-----	0,74**	0,64**
h													-----	0,17
D														-----

* Significativo pelo teste t (P<0,05).

** Significativo pelo teste t (P<0,01).

Aw - Atividade de água; NaCl - Cloreto de sódio; UMD - Umidade; G - Gordura; AL - Ácido Láctico; NT - Nitrogênio total; NS - Nitrogênio Solúvel em pH 4,6; IEM - Índice de Extensão de Maturação; NPN - Nitrogênio Solúvel em TCA 12%; IPM - Índice de Profundidade de Maturação; P - Peso; h - Altura e D - Diâmetro.

3.8. Similaridade das características microbiológicas do queijo minas artesanal da região do Serro em função do período de fabricação e da temperatura de maturação

Os resultados obtidos pelo agrupamento (método hierárquico de ligação simples baseado na distância euclidiana dos dados padronizados) estão representados na Figura 46.

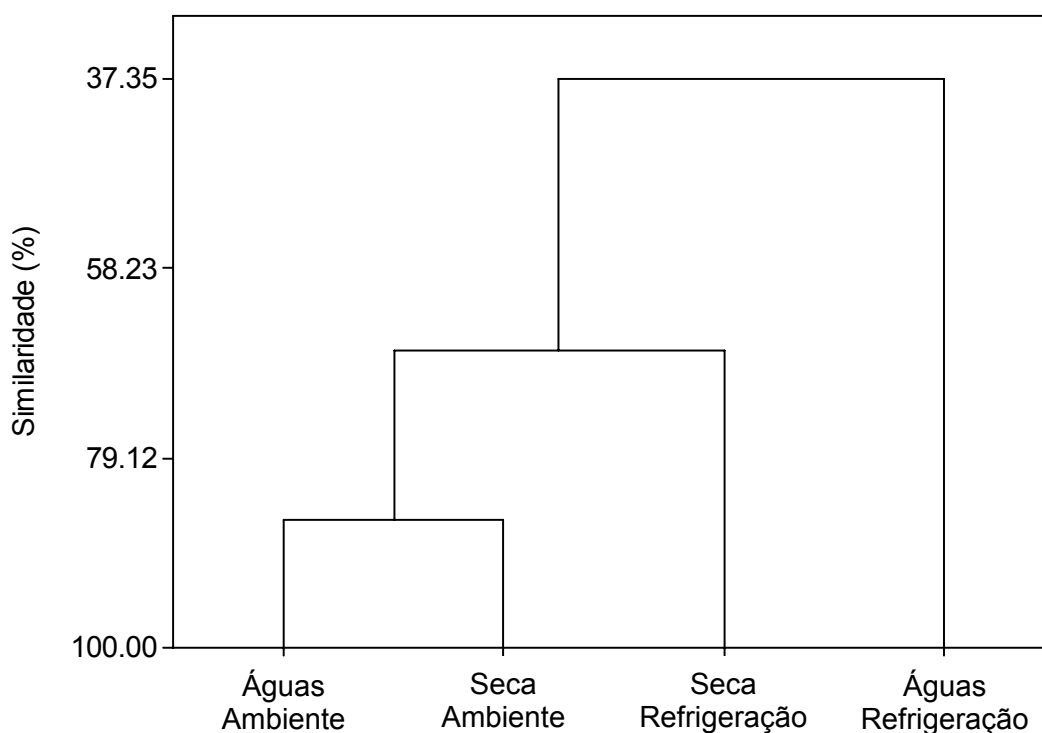


Figura 46 – Estimativas das similaridades entre as combinações dos períodos de fabricação e das condições de maturação dos queijos minas artesanais da região do Serro, em função dos parâmetros microbiológicos.

De acordo com as condições a que foram submetidos, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram uma alta similaridade (> 80%), indicando que, independentemente do período de fabricação, os queijos maturados nessa condição apresentaram menores médias microbiológicas ao longo da maturação e mantiveram o mesmo percentual de similaridade.

No entanto, o mesmo não foi observado para os queijos maturados sob refrigeração. A baixa similaridade (< 40%) apresentada entre eles indica que a refrigeração contribui para a manutenção, por períodos mais prolongados, das contagens microbianas médias, principalmente no período das águas.

Para período da seca, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram similaridade acima de 60% com os refrigerados. Já no período das águas, os queijos maturados na condição ambiente apresentaram similaridade próxima a 40% com os queijos refrigerados. Essa diferença entre os períodos de fabricação demonstra que as contagens microbiológicas tendem a ser menores no período da seca.

Vale ressaltar que, no período da seca, por causa das menores temperaturas, os produtores de queijos artesanais adicionam maior quantidade de fermento endógeno (pingo) ao leite, podendo, assim, causar uma modificação na microbiota presente no queijo, aumentando a competitividade entre elas. Aliado a isso, temperaturas mais baixas desfavorecem o crescimento microbiano, diminuindo a contagem.

Dessa forma, medidas higiênico-sanitárias mais drásticas no período das águas deverão ser adotadas, principalmente nas fases de obtenção do leite e manipulação dos queijos, como forma de diminuir a contagem microbiana inicial dos mesmos, melhorando a sua qualidade e resguardando a saúde do consumidor.

4. CONCLUSÕES

A maturação dos queijos minas artesanais da região do Serro na condição ambiente resultou na redução ($P < 0,05$) dos valores médios de peso, altura, diâmetro, umidade e atividade de água e aumento ($P < 0,05$) dos valores de gordura, pH, nitrogênio total, proteína total, cloreto de sódio, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%, tanto no período da seca quanto nas águas.

Os queijos maturados sob refrigeração tiveram aumento ($P < 0,05$) dos teores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%, nos dois períodos de fabricação, ao passo que os demais parâmetros não sofreram efeito ($P > 0,05$) do período de maturação, devido, principalmente, à utilização da embalagem a vácuo.

Em média, os queijos minas artesanais da região do Serro foram classificados como gordos (entre 45% e 59,9% de gordura no extrato seco), independentemente do período e da condição de maturação a que foram submetidos.

Quanto ao teor de umidade, os queijos maturados sob refrigeração foram classificados como de alta umidade (entre 46% e 54,9%). Já os queijos mantidos na condição ambiente, quando tinham de 8 a 17 dias foram classificados como de média umidade (entre 36 e 45,9%) e com mais de 17 dias de maturação foram classificados como de baixa umidade ($< 36\%$).

O efeito do período de maturação na condição ambiente sobre os parâmetros físico-químicos dos queijos influenciou diretamente no seu comportamento microbiano, uma vez que os mesmos apresentaram significativa redução ($P < 0,05$) nas contagens de mesófilos aeróbios, coliformes totais, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Assim, na condição ambiente, 17 dias foi o período mínimo de maturação para que os queijos atingissem os padrões exigidos pela legislação. Por sua vez, os queijos maturados sob refrigeração só atingiram os níveis de legislação aos 33 dias, para os queijos fabricados no período da seca, e, aos 63 dias, para aqueles fabricados no período das águas, indicando que temperaturas mais elevadas durante o processo de fabricação dos queijos colaboram com o aumento da carga microbiana inicial, maior no período das águas.

Características sensoriais indesejáveis, com aparência de melosidade e odor desagradável foram percebidas em algumas amostras dos queijos maturados sob refrigeração, mesmo após terem atingido os padrões microbiológicos de legislação.

A indicação da refrigeração para maturação do queijo minas artesanal deve ser revista pelos órgãos legislativos competentes, uma vez que esse tipo de tratamento não garante a segurança do produto, principalmente quando o mesmo se encontra com baixa qualidade microbiológica.

Todas as amostras analisadas não apresentaram *Listeria* sp. nos dois períodos de fabricação. Uma amostra, armazenada sob refrigeração, apresentou *Salmonella* sp. nas duas primeiras semanas de análise, não sendo mais detectada a partir dos 22 dias. No entanto, amostras do mesmo produtor, mantidas na condição ambiente, não apresentaram *Salmonella* sp., indicando o efeito dos metabólitos no antagonismo desse patógeno.

Apesar das altas contagens iniciais de *Staphylococcus aureus*, não foram detectadas enterotoxinas estafilocócicas em nenhuma amostra analisada, nos dois períodos de fabricação, indicando a presença no meio de algum mecanismo inibidor. Dessa forma, são sugeridos estudos que esclareçam a produção de enterotoxinas nesse nicho ecológico e o papel da microbiota endógena no seu controle. Além disso, níveis dessa enzima poderão ser estabelecidos pela legislação.

Os dados também indicaram baixa similaridade entre os queijos maturados na condição ambiente e sob refrigeração, tanto para as características físicas, físico-químicas e microbiológicas, havendo necessidade da implementação de sistemas que auxiliem a padronização do processo de fabricação e a melhoria da qualidade dos queijos, como as boas práticas de fabricação.

A maturação, além do que já foi discutido, tem a função de classificar e confirmar as condições higiênicas de produção dos queijos, fazendo com que aqueles fabricados com baixa qualidade não suportem o período de maturação a que são submetidos, apodrecendo. Esta poderá ser uma das razões da comercialização a fresco, sem maturação, dos queijos minas artesanais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, D. P., SILVA, M. R., SOUZA, M. R., SANTOS, W. L. M. Atividade antimicrobiana de bactérias lácticas isoladas de queijo minas artesanal do Serro (MG) frente a microrganismos indicadores. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 54, n. 04. Belo Horizonte. Jul/Ago, 2002.

APHA. **American Public Health Association**. For the Examination of Dairy Products. Ed. Robert T. Marshall. 17 Ed. 2001.

BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite** – Produção, industrialização e análise. 15. ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1985.

BERESFORD, T. P., FITZSIMONS, N. A., BRENNAN, N. L., COGAN, T. M. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**. n. 11, pg. 259 - 274. 2001.

BRANT, L. M. F. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal do Serro - MG. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 43p. Dissertação (Mestrado).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Serviço de Inspeção de Leite e Derivados. Instrução Normativa nº 22, de 14 de abril de 2003, Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Anexo I: Critérios de Funcionamento e de Controle da Produção de Queijarias, para Seu Relacionamento Junto ao Serviço de Inspeção federal. Resolução nº 07, de 28 de novembro de 2000. Brasília, 2000.

BRASIL. Diário Oficial da União – D.O.U. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. Brasília, 3977-3986, 11 de março de 1996. Seção 1.

BRITO, J. R. F., DIAS, J. C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA / São Paulo: TORTUGA, 1998. 88p.

CABEZAS, L., SÁNCHEZ, I., POVEDA, J. M., SESEÑA, S., PALOP, M. L. L. Comparison of microflora, chemical and sensory characteristics of artisanal Manchego cheeses from two dairies. **Food Control**. 2005.

CARIDI, A., MICARI, P., FOTI, F., RAMONDINO, D., SARULLO, V. Ripening and seasonal changes in microbiological and chemical parameters of the artisanal cheese Caprino d'Aspromonte producer from raw or thermized goat's milk. **Food Microbiology**. n. 20, 201 - 209. 2003a.

CARIDI, A., MICARI, PIETRO., CAPARRA, P., CUFARI, A., SARULLO, V. Ripening and seasonal changes microbial groups and in physico-chemical properties of the ewes' cheese Pecorino del Poro. **International Dairy Journal**. n. 13, 191 - 200. 2003b.

CICHOSKI, A. J., VALDUGA, E. VALDUGA, A. T., TORNADIJO, M. E., FRESNO, J. M. Characterization of Prato cheese, a Brazilian semi-hard cow variety: evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening. **Food Control**. n. 13, pg. 329 - 336. 2002.

COPSERRO. Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro. Informação pessoal: copserro@uai.com.br. Agosto de 2006.

EARLY, R. **The technology of dairy products**. 2. ed. Ralph EARLY. Londres. 1998.

ECK, ANDRÉ. **O queijo**, 1^o Volume, coleção EUROAGRO, Publicações Europa - América, 1987, 336p.

FERREIRA, C. L. L. F. Fatores que afetam o crescimento de microrganismos em queijo. **Revista Leite e Derivados**. Ano XIII, n. 76. p. 91 - 96. Mar/Abr 2004.

FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology.** v. 1, General aspects. London U. K. 1993. Chapman & Hall, 2. ed., 1993. 601 p.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos. microrganismos patogênicos de importância em alimentos.** Editora Atheneu. São Paulo. 1996.

FRANCO, I., PRIETO, B., URDIALES, R., FRESNO, J. M., CARBALLO, J. Study of the biochemical changes during ripening of Ahumado de Áliva cheese: a Spanish traditional variety. **Food Chemistry.** n. 74, pg. 463 - 469. 2001.

FRAZIER, W. C., WESTHOFF, D. C. **Food Microbiology.** 4^a ed. New York: Mc Graw-Hill, 1988. 494 p.

FURTADO, M. M., MOSQUIM, M. C. A. V., FERNANDES, A. R., DA SILVA, C. A. B. **Produção de queijo minas curado e meia-cura.** Projetos de Empreendimentos Agroindustriais: Produtos de Origem Animal. Ed. UFV, v. 1. Viçosa: UFV – MG. 2003.

FURTADO, M.M. **Manual prático da Mussarela (Pizza Cheese).** Campinas: Master Graf, 70 p. 1997.

FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo.** 2. ed. São Paulo: Globo, 295p. 1990.

GOROSTIZA, A., CICHOSCKI, A. J., VALDUGA, A. T., VALDUGA, E., BERNARDO, A., FRESNO, J. M. Changes in soluble nitrogenous compounds, caseins and free amino acids during ripening of artisanal Prato cheese, a Brazilian semi-hard cows variety. **Food Chemistry.** n. 85, 407 - 414. 2004.

GRAPPIN, R., BEUVIER, E. Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripening cheese. Review. **International Dairy Journal.** n. 7, 751 - 761. 1998.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. FIL-IDF, 20 B – Milk. Total nitrogen content (Kjeldahl method). Brucelas. 1993. 3p.

IURLINA, M. O., FRITZ, R. Microbiological quality of Port Salut Argentino cheese stored at two temperature treatments. **LWT.** n. 37, 739 - 748. 2004.
KOSIKOWSKI, F. **Cheese and fermented milk foods.** 2. ed. Ann Arbor: Edwards Brothers, 1977. 711p.

LEI ESTADUAL/MG n. 14.987, de 14 de janeiro de 2004. Reabre o prazo para o cadastramento de que trata o § 1º do art. 3º da Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal e dá outras providências. Belo Horizonte, 2004.

LEI ESTADUAL/MG n. 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal e dá Outras Providências. Belo Horizonte, 2002.

LEITNER, G., LUBASHEVSKY, E., TRAININ, Z. *Staphylococcus aureus* vaccine against mastitis in dairy cows, composition and evaluation of its immunogenicity in a mouse model. **Veterinary Immunology and Immunopathology**. n. 93, 159 – 167. 2003.

LONDOÑO, M. M. D., FURTADO, M. M., ABREU, L. R. Comparação dos processos de fabricação, composição centesimal e sensorial do queijo Minas Meia Cura com queijos Minas Padrão e Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora. Jan/Fev, nº 306, vol. 54, pg. 20 - 22. 1999.

MACEDO, A. C., TAVARES, T. G., MALCATA, F.X. Influence of native lactic acid bacteria on the microbiological, biochemical and sensory profiles of Serra da Estrela cheese. **Food Microbiology**. n. 21, p. 233 - 240. 2004.

MACHADO, E. C. **Características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 49p. Dissertação (Mestrado).

MANOLOPOULOU, E., SARANTINOPOULOS, P., ZOIDOU E., AKTYPIS, A., MOSCHOPOULOU E., KANDARAKIS, I. G., ANIFANTAKIS, E. M. Evolution of microbial populations during traditional Feta cheese manufacture and ripening. **International Journal of Food Microbiology**. n. 82, pg. 153 - 161. 2003.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002.

MARINO, M., MAIFRENI, M., RONDININI, G. Microbiological characterization of artisanal Montasio cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria. **FEMS Microbiology Letters**. n. 229, 133 - 140. 2003.

MINUSSI, R. C., MOSQUIM, M. C. A. V., FURTADO, M. M. Avaliação da relação entre a fermentação de ácido cítrico em cultura láctica e queijos e a formação de gás carbônico e olhaduras. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, MG. v. 50, nº 291, pg. 18 - 23. 1995.

MOATSOU, G., MOSCHOPOULOU, E., GEORGALA, A., ZOIDOU, E., KANDARAKS, I., KAMINARIDES, S., ANIFANTAKIS, E. Effect of artisanal liquid rennet from kids and lambs abomasa on the characteristics of Feta cheese. **Food Chemistry**. n. 88, 517 - 525. 2004.

MORENO, I., LERAYER, A. L., VIALTA, A., SOUZA, G. Características gerais de bacteriocinas de bactérias lácticas. **Revista Indústria de Laticínios**. Ano 5, n. 29. p. 57 - 60. Set/Out, 2000.

ÖNER, Z., KARAHAN, A. G., ALOGLU, H. **Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening**. **LWT**. n. 39, p. 449 - 454. 2006.

PEREIRA, D. B. C., SILVA, P. H. F., DE OLIVEIRA, L. L., COSTA JUNIOR, L. C. G. C. **Físico-química do leite e derivados** – Métodos analíticos. 1. ed. Juiz de Fora-MG: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda., 2001. 190 p.

PIMENTEL FILHO, N. J., MARTINS, J. M., CUNHA, L. R., LOPES, J. P., FERNANDES, P. E., FERREIRA, C. L. L. F. Modulação de parâmetros microbiológicos e do pH pelo cloreto de sódio, no fermento endógeno utilizado na produção de queijo Minas artesanal do Alto Paranaíba. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, MG. v. 60, n. 345. p. 295 – 298, Jul/Ago de 2005.

PINHEIRO A. J. R., MOSQUIM, M. C. A. V. **Apostila Processamento de leite de consumo**. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Viçosa. 1991.

PINTO, M. S. **Diagnóstico socioeconômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo minas artesanal do Serro**. Viçosa: UFV. 2004. 133 p. Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

PRIETO, B., FRANCO, I., PRIETO, J. G., BERNARDO, A., CARBALLO, J. Compositional and Physico-chemical Modifications during the Manufacture and Ripening of León Raw Cow's Milk Cheese. **Journal of Food Composition and Analysis**. n. 15, 725 - 735. 2002.

PSONI, L., TZANETAKIS, N., LITOPOULO-TZANETAKI, E. Microbiological characteristics of Batzos, a traditional Greek cheese from raw goat's milk. **Food Microbiology**. n. 20, 575 - 582. 2003.

RAPHAELIDES, S. N., ANTONIOU, K. D., VASILLIADOU, S., GEORGAKI, C., GRAVANIS, A. Ripening effects on the rheological behaviour of Halloumi cheese. **Journal of Food Engineering**. 2005.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Folha de Viçosa, 2001, 301p.

RODRÍGUEZ, E., CALZADA, J., ARQUÉS J. L., RODRÍGUEZ, J. M., NUÑES, M., MEDINA, M. Antimicrobial activity of pediocin-producing *Lactococcus lactis* on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7 in cheese. **International Dairy Journal**. n. 15, p. 51 - 57. 2005.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3ª edição. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 235 p. 2005.

WOLFHOON-POMBO, A. F. Índice de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Revista Boletim do Leite**. Rio de Janeiro, v. 51, nº 661, p. 1 – 8, 1983.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Constatou-se que a cadeia produtiva do queijo minas artesanal da região do Serro é caracterizada pela presença da agricultura familiar, com a produção em pequena escala. A falta de recursos da grande maioria dos produtores, aliada ao baixo retorno financeiro com a venda dos queijos e a escassez de subsídios e financiamentos institucionais, contribui para a morosidade do processo de adequação.

O diagnóstico das boas práticas de fabricação indicou que as unidades produtoras de queijo minas artesanal da região do Serro, avaliadas neste trabalho, se encontravam em condições intermediárias de adequação devido ao não cumprimento de algumas exigências previstas na legislação. Tais condições revelam que até o momento da realização desta pesquisa nenhuma unidade produtora de queijo minas artesanal da região do Serro havia sido certificada pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária).

A alta contaminação por material estranho nas amostras de queijo artesanal comprovou condições insatisfatórias de higiene durante as etapas que compõem o processo de fabricação, além de representar risco à saúde do consumidor pelo possível carreamento de microrganismos patogênicos.

Durante a maturação, foram observadas variações na composição física e físico-química dos queijos artesanais fabricados nos dois períodos do ano, havendo a necessidade da implementação de sistemas que auxiliem a padronização do processo de fabricação.

A diminuição da contagem microbiana foi significativamente ($P < 0,05$) mais efetiva na condição ambiente, que, num período mínimo de 17 dias, atingiu os padrões exigidos pela legislação. Já os queijos maturados sob refrigeração só atingiram tais exigências após 33 e 63 dias para os queijos fabricados no período da seca e das águas, respectivamente.

A maturação na condição ambiente causou a redução ($P < 0,05$) da umidade e atividade de água e aumento ($P < 0,05$) da concentração de cloreto de sódio nos queijos artesanais, colaborando com a rápida diminuição da microbiota patogênica, não ocorrendo o mesmo com os queijos maturados na condição de refrigeração.

Outra forma de garantir a qualidade do produto seria a sua produção de maneira semi-artesanal, como ocorre em alguns países europeus. Para isso, seriam necessárias alterações nas políticas regulamentadoras vigentes, no sentido de possibilitar o agrupamento de produtores para a fabricação conjunta dos queijos, em unidade centralizada, conduzida por pessoal capacitado, que faria o controle de toda produção, desde a sanidade do rebanho até a comercialização do produto final, com a utilização de leite pasteurizado, inoculado de cultura láctica, característica de cada região, como já ocorre na Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro, possibilitando a comercialização do produto com características bem próximas do queijo tradicional, o que ainda manteria a tradição e a valorização dos produtores locais.

Poderia ser formada uma parceria, em que estivessem envolvidos os produtores (organizados em associações e, ou cooperativas), o governo, as instituições de pesquisa e extensão e demais órgãos interessados em somar esforços para o desenvolvimento do setor produtivo, criando, assim, os conselhos reguladores.

Os regulamentos técnicos de identidade e qualidade (RTIQQ) dos queijos minas artesanais precisam ser definidos com base na sua tecnologia e nos níveis higiênicos que garantam um produto seguro. Numa segunda fase, esses queijos precisam ser caracterizados dentro de cada uma das principais regiões produtoras do estado, com a adoção da análise descritiva quantitativa, com período de maturação definido, visando à certificação de origem, que poderá garantir ao produtor familiar o reconhecimento da

produção de um bem, genuíno e tradicional da região, agregando valor ao produto e protegendo-o da clandestinidade.

Os sistemas de certificação poderão ser uma adaptação dos sistemas de proteção e valorização dos produtos agroalimentares existentes na Europa, tendo como principais objetivos incentivar a produção agrícola local, proteger os nomes dos produtos contra imitações e utilizações indevidas e ajudar os consumidores, fornecendo-lhes informações relativas às características específicas dos produtos.

A utilização de materiais de fácil aplicação e entendimento pelos produtores poderá também a curto e médio prazo colaborar com o processo de adequação das unidades produtoras, melhorando a qualidade dos queijos artesanais, de maneira gradativa e duradoura, garantindo produtos saudáveis e seguros ao consumidor.

Para que isso ocorra de forma mais rápida e organizada, é urgente a intensificação de trabalhos na região, com a adoção de metodologias participativas que atendam às expectativas dos produtores, além da presença constante de maior número de pessoal credenciado para tais atribuições.

Apesar de ser um processo moroso e que exige um investimento considerável por parte do governo, esta poderá ser mais uma alternativa segura para se valorizar a produção tradicional nessas regiões e estimular o melhoramento da qualidade dos queijos para garantir a sua comercialização em todo o Brasil.