

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MINAS
ARTESANAL DA MICRORREGIÃO DE ARAXÁ - MG DURANTE A MATURAÇÃO
EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO**

GILSON DE ASSIS SALES

**BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2015**

Gilson de Assis Sales

**CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MINAS
ARTESANAL DA MICRORREGIÃO DE ARAXÁ - MG DURANTE A MATURAÇÃO
EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO**

Dissertação apresentada à
Escola de Veterinária da
Universidade Federal de
Minas Gerais – UFMG,
como requisito para
obtenção do grau de Mestre
em Ciência Animal.

Área de concentração:
Tecnologia e Inspeção de
Produtos de Origem Animal.
Orientador: Marcelo
Resende de Souza

**BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2015**

Sales, Gilson de Assis, 1981-
S163c Caracterização microbiológica e físico-química de queijo Minas artesanal da
microrregião de Araxá-MG durante a maturação em diferentes épocas do ano / Gilson de
Assis Sales. – 2015.
106p. : il.

Orientador: Marcelo Resende de Souza
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Queijo-de-minas – Microbiologia – Teses. 2. Queijo-de-minas – Análise – Teses.
3. Queijo-de-minas – Qualidade – Teses. I. Souza, Marcelo Resende. II. Universidade
Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 637

FOLHA DE APROVAÇÃO


GILSON DE ASSIS SALES

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau e MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração TECNOLOGIA E INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL.

Aprovada em 06 de fevereiro de 2015, pela banca constituída pelos membros:



Prof. Marcelo Resende de Souza
Presidente - Orientador



Dr.ª Liliné Dehize Miranda Menezes
Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA



Prof.ª Cláudia Freire de Andrade Moraes Penna
Universidade Federal de Minas Gerais



Prof.ª Andréia Marçal da Silva
Universidade Federal de São João Del Rei

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus e a espiritualidade amiga, que sempre estiveram presentes em minha vida, me guiando, intuindo e mostrando o caminho correto, da dedicação, do respeito e da fé.

Aos meus pais, grandes incentivadores do meu trabalho e da minha trajetória profissional, agradeço pelo grande apoio, crença nas minhas escolhas e pelo amor integral. São meus exemplos, dentro da minha casa, de trabalho árduo, honestidade, responsabilidade e simplicidade.

À minha querida e amada irmã e Igor (Toddy), parceiros de grandes conversas sinceras e construtivas, agradeço pelo incentivo e amizade, que mesmo de longe, fizeram toda a diferença.

Aos meus parentes e amigos que participaram comigo dessa caminhada.

À Escola de Veterinária, minha casa de formação, que me permitiu completar mais esse ciclo.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo, sempre disponível com suas orientações, independente do momento, portador de grande conhecimento técnico, acadêmico e de vida. Mais do que ensinamentos profissionais, carrego aprendizados para o meu dia a dia. Exemplo de ser humano, agradeço pela confiança depositada em mim em um trabalho tão grandioso e desafiador.

À banca examinadora pelas orientações e sugestões.

À Liliane Denize Miranda Menezes, que foi a primeira a acreditar no meu potencial. Devo a ela, mais que gratidão, respeito e admiração. Certamente, é uma das pessoas mais inteligentes, carismáticas e comprometidas que já tive satisfação de conhecer e aprender com. Suas qualidades vão além de suas características de organização, responsabilidade e liderança.

Aos produtores de queijo Minas artesanal de Araxá e seus familiares, motivo maior de toda essa pesquisa científica. Conviver e conhecer um pouco mais da rotina de vocês me possibilitou perceber o quanto é nobre o trabalho de produzir um produto genuíno do estado de Minas Gerais.

Às professoras Cláudia e Andréia pelo auxílio e confiança.

Aos colegas e amigos da UFMG, que independente do dia, horário e do tamanho da empreitada, enfrentaram esta jornada comigo com muita disposição, alegria e companheirismo: Renata, Felipe, Givanildo, Gabriela, Letícia, Maria Carolina, Naiara, Lívia e Carla. Ninguém faz absolutamente nada sozinho na vida e vocês foram meus alicerces durante esse período do experimento. Minha gratidão a esse determinado grupo de pessoas transcende o que essas palavras representam. Vai muito adiante. Agradeço imensamente a todos.

Aos funcionários e amigos do DTIPOA, Maura Regina, Marco Antônio, César, Milton e Cosme, pelo auxílio, paciência e colaboração em todas as etapas desse experimento.

Ao Danilo Bastos pela disposição em auxiliar na reta final do projeto.

Aos estagiários e companheiros do DTIPOA: Aristóteles, Breno, Carlos, Cinthia, Fernando e Nadine.

Ao Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do Instituto Mineiro de Agropecuária pela realização de parte das análises laboratoriais e aos funcionários e amigos, Carla, Jairo, Lillian, Paulo, Priscila, Roger, Taciano e Pollyanna; e estagiários, Guilherme, Isabela e Marcos.

A todos os funcionários do Instituto Mineiro dos Escritórios Seccionais de Araxá, Campos Altos, Ibiá, Sacramento, Tapira e, em especial, Calimério, Moacir e Dâmaso.

Aos amigos e colegas de trabalho da Gerência de Educação Sanitária e Apoio a Agroindústria Familiar, tão importantes nessa caminhada, foram companheiros, pacientes e dispostos a ajudar nos momentos mais difíceis, Andréia, Fernando, Alexander, Irys, André, Lucilla, e de maneira muito especial, Beth Rios e Patrícia Martins, estiveram ao meu lado durante todos os momentos.

Aos Diretores do IMA, Dr. Altino e Dr. Thales, visionários e respeitados em todo o país por suas qualidades técnicas e gestoras, agradeço pelo apoio e pela autorização para realizar esse trabalho.

À EMATER e aos técnicos Albany, Élmer e Silvia.

Ao LabUFMG, pela realização das análises laboratoriais do leite.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro do projeto.

AO IMA pela autorização de realizar a pesquisa e pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	OBJETIVOS	17
2.1.	Objetivo geral	17
2.2.	Objetivos específicos	17
3.	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1.	Processo de elaboração de queijos	18
3.2.	Queijos artesanais do Brasil	18
3.3.	Queijo Minas artesanal	19
3.3.1.	Microrregião de Araxá	20
3.3.2.	Aspecto legal do queijo Minas artesanal	22
3.4.	Qualidade microbiológica e físico-química da água	24
3.5.	Qualidade microbiológica e físico-química do leite	26
3.6.	Qualidade microbiológica e físico-química do soro-fermento	28
3.7.	Qualidade físico-química do queijo Minas artesanal	29
3.8.	Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal	30
3.8.1.	Bactérias indesejáveis	30
3.8.1.1.	Coliformes a 30°C e 45°C	30
3.8.1.2.	<i>Staphylococcus</i> spp.	31
3.8.1.2.1.	Enterotoxinas estafilocócicas	32
3.8.1.3.	<i>Samonella</i> spp. e <i>Listeria</i> spp.	33
3.8.2.	Bactérias desejáveis	34
3.8.2.1.	Bactérias ácido-láticas	34
3.8.3.	Bolores e leveduras	35
3.9.	Boas práticas de ordenha e produção	35
3.10.	Maturação em queijo artesanal	36
4.	MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1.	Amostragem	39
4.2.	Aplicação de questionário	39
4.3.	Análises laboratoriais	40
4.3.1.	Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água	40
4.3.2.	Avaliação da qualidade microbiológica do soro-fermento	40
4.3.3.	Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite cru	40
4.3.4.	Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do queijo	41
4.3.5.	Metodologias dos parâmetros microbiológicos utilizados	41
4.3.5.1.	Pesquisas de coliformes a 30°C e 45°C	41
4.3.5.2.	Pesquisas de <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Staphylococcus</i> coagulase positivo e <i>Staphylococcus</i> coagulase negativo	41
4.3.5.3.	Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	41
4.3.5.4.	Pesquisa de <i>Listeria</i> spp.	42
4.3.5.5.	Pesquisa de bactérias ácido-láticas	42
4.3.5.6.	Pesquisa de bolores e leveduras	42
4.3.5.7.	Contagem padrão em placas de microrganismos mesófilos aeróbios	42
4.3.5.8.	Pesquisa de enterotoxinas estafilocócicas	42
4.4.	Delineamento experimental e análise estatística	43
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43

5.1.	Caracterização das propriedades	43
5.2.	Informações meteorológicas	45
5.3.	Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água da região de Araxá na época das chuvas e da seca	50
5.3.1.	Qualidade microbiológica da água	50
5.3.2.	Qualidade físico-química da água	51
5.3.3.	Enquadramento das análises de água quanto à legislação	53
5.4.	Avaliação da qualidade microbiológica, microscópica e físico-química do leite da região de Araxá na época das chuvas e da seca	54
5.4.1.	Qualidade microscópica e microbiológica do leite	54
5.4.2.	Qualidade físico-química do leite	57
5.4.3.	Enquadramento das análises de leite quanto à legislação	58
5.5.	Avaliação da qualidade microbiológica do soro-fermento da região de Araxá na época das chuvas e da seca	60
5.6.	Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do queijo Minas artesanal da região de Araxá na época das chuvas e da seca	62
5.6.1.	Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal	63
5.6.1.1.	Coliformes a 30°C	63
5.6.1.2.	Coliformes a 45°C	64
5.6.1.3.	<i>Staphylococcus</i> spp.	66
5.6.1.4.	<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo	67
5.6.1.5.	<i>Staphylococcus</i> coagulase negativo	69
5.6.1.6.	Bolores e leveduras	70
5.6.1.7.	Bactérias ácido-láticas em ágar MRS e M17	71
5.6.1.8.	<i>Salmonella</i> spp. e <i>Listeria</i> spp.	74
5.6.1.9.	Enterotoxina estafilocócica	75
5.6.2.	Qualidade físico-química do queijo Minas artesanal	75
5.6.2.1.	Teor percentual de umidade	75
5.6.2.2.	Teor percentual de extrato seco total	77
5.6.2.3.	Determinação do pH	79
5.6.2.4.	Determinação de acidez titulável	80
5.6.2.5.	Teores percentuais de gordura e gordura no extrato seco	81
5.6.2.6.	Teor percentual de proteína	84
5.6.3.	Enquadramento do queijo Minas artesanal de Araxá quanto à legislação estadual	85
5.7.	Correlações entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, soro-fermento, leite e queijo Minas artesanal da região de Araxá	86
5.8.	Estudo do período mínimo de maturação do queijo Minas artesanal de Araxá	88
6.	CONCLUSÕES	91
7.	PERSPECTIVAS	93
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
9.	ANEXOS	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características agropecuárias dos municípios da microrregião de Araxá.	22
Tabela 2.	Cronologia de publicação das legislações sobre o queijo Minas artesanal.	24
Tabela 3.	Padrões microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 de 2002, pelo Decreto nº 42.645 de 2002 e Portaria Federal nº 2.914 de 2011, para utilização da água na produção de queijo Minas artesanal.	24
Tabela 4.	Padrões microbiológicos, estabelecidos pela Lei nº 14.185, Decreto nº 42.645 e Portaria nº 523, todos de 2002, para utilização do leite na produção de queijo Minas artesanal.	26
Tabela 5.	Padrões físico-químicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 e Decreto nº 42.645 ambos de 2002, para utilização do leite na produção de queijo Minas artesanal.	27
Tabela 6.	Padrões físico-químicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 de 2002, Decreto nº 42.645 de 2002 e Decreto nº 44.864 de 2008 para produção de queijo Minas artesanal.	29
Tabela 7.	Padrões microbiológicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 de 2002, Decreto nº 42.645 de 2002 e Decreto nº 44.864 de 2008 para produção de queijo Minas artesanal.	30
Tabela 8.	Medianas e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros microbiológicos encontrados em amostras de água de queijarias da região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.	50
Tabela 9.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros físico-químicos encontrados em amostras de água de queijarias da região de Araxá-MG na época das chuvas e seca	52
Tabela 10.	Número de amostras de água de queijarias da região de Araxá e percentuais (%) de enquadramento na legislação (dentro e fora) quanto aos parâmetros estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 42.645 e Portaria Federal nº 2.914	53
Tabela 11.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) de Contagem de Células Somáticas - CCS e Contagem Bacteriana Total - CBT encontrados em amostras do leite de queijarias na região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.	54
Tabela 12.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros microbiológicos encontrados em amostras do leite de queijarias na região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.	56
Tabela 13.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros físico-químicos encontrados em amostras do leite de queijarias na região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.	57
Tabela 14.	Número de amostras de leite de queijarias da região de Araxá e percentuais (%) de enquadramento na legislação (dentro e fora) quanto aos parâmetros estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 42.645 e Instrução Normativa nº 62.	59
Tabela 15.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros microbiológicos encontrados em amostras de soro-fermento em queijarias da região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.	60
Tabela 16.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de coliformes a 30°C em Queijo Minas Artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	63
Tabela 17.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de coliformes a 45°C em Queijo Minas Artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	65
Tabela 18.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de <i>Staphylococcus</i> spp. em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca	66
Tabela 19.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positivo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG	67

	durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	
Tabela 20.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase negativo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	69
Tabela 21.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de bolores e leveduras em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	70
Tabela 22.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de bactérias ácido-láticas em ágar MRS em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	71
Tabela 23.	Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) de bactérias ácido-láticas em ágar M17 em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	72
Tabela 24.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do teor (%) de umidade em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca	76
Tabela 25.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do teor percentual de extrato seco total – EST em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	78
Tabela 26.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do pH do queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	79
Tabela 27.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) da acidez titulável em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	80
Tabela 28.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) de gordura em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	82
Tabela 29.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do teor (%) de gordura no extrato seco em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	83
Tabela 30.	Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) de proteínas em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.	84
Tabela 31.	Número de amostras de queijo Minas artesanal de Araxá e percentuais (%) de enquadramento na legislação (dentro e fora) quanto aos parâmetros estabelecidos pelos Decretos Estaduais nº 42.645 e nº 44.864.	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa das regiões produtoras de queijos artesanais mineiros.	20
Figura 2.	Mapa da região produtora de queijo Minas artesanal de Araxá.	21
Figura 3.	Temperaturas diárias (máximas e mínimas) apresentadas entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.	45
Figura 4.	Temperaturas diárias (máximas e mínimas) apresentadas entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG.	46
Figura 5.	Percentual de umidade diária apresentada entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.	46
Figura 6.	Percentual de umidade diária apresentada entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG	47
Figura 7.	Precipitação pluviométrica diária apresentada entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.	47
Figura 8.	Precipitação pluviométrica diária apresentada entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG.	48
Figura 9.	Chuva acumulada mensal em 2014 x média histórica apresentada na região de Araxá-MG.	48
Figura 10.	Velocidade do vento aferida entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.	49
Figura 11.	Velocidade do vento aferida entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG.	49
Figura 12.	Evolução da contagem de Coliformes a 30°C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	64
Figura 13.	Evolução da contagem de Coliformes a 45°C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	66
Figura 14.	Evolução da contagem de <i>Staphylococcus</i> spp. em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	67
Figura 15.	Evolução da contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positivo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	68
Figura 16.	Evolução da contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase negativo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	69
Figura 17.	Evolução da contagem de Bolores e Leveduras em Queijo Minas Artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	71
Figura 18.	Evolução da contagem de BAL em ágar MRS em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	73
Figura 19.	Evolução da contagem de BAL em ágar M17 em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	73
Figura 20.	Evolução do teor percentual de umidade em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	77
Figura 21.	Evolução do percentual de extrato seco total em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	78
Figura 22.	Evolução do pH em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	80
Figura 23.	Evolução do percentual de acidez em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação.	81
Figura 24.	Evolução do percentual de gordura em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	82
Figura 25.	Evolução do percentual de gordura no extrato seco em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.	83
Figura 26.	Evolução do percentual de proteína em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação.	84
Figura 27.	Período mínimo de maturação quanto ao teor de umidade em queijo Minas	89

Figura 28.	artesanal de Araxá-MG. Período mínimo de maturação quanto à contagem de coliformes a 30° C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG.	90
Figura 29.	Período mínimo de maturação quanto à contagem de coliformes a 45° C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG.	90
Figura 30.	Período mínimo de maturação quanto à contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positivo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG.	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Estimativas das correlações entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante 57 dias de maturação nas épocas das chuvas e seca.	86
Quadro 2.	Estimativas das correlações entre os parâmetros microbiológicos do queijo Minas artesanal de Araxá-MG, leite, soro-fermento e água.	88

LISTA DE ANEXOS

Documento 1	Questionário de qualidade microbiológica e físico-química de queijos artesanais da região de Araxá – Minas Gerais. Relatório técnico de visita a propriedade	104
-------------	--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

µg	Microgramas.
BAL	Bactérias Ácido Lácticas
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CBT	Contagem Bacteriana Total
CCS	Contagem de Células Somáticas
DTIPOA	Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EST	Estrato seco total
EV	Escola de Veterinária
g	Grama
GES	Gordura no Extrato Seco Total
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
L	Litro
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MG	Minas Gerais
mL	Mililitro
MRS	Man-Rogosa-Sharpe
NaCl	Cloreto de Sódio
ng	Nanograma
NMP	Número Mais Provável
PCA	Plate Count Agar
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SISBI	Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFC	Unidade Formadora de Colônia

RESUMO

O queijo Minas artesanal é amplamente produzido em todo estado de Minas Gerais, envolvendo o trabalho familiar. As características físico-químicas e microbiológicas do queijo são únicas e variam de acordo com cada região de produção, devido às diferenças de clima, solo, vegetação, raça de gado e as formas de elaboração. Esse queijo é elaborado com leite cru, usa fermento endógeno, é muito manipulado e pode apresentar microrganismos indesejáveis. No entanto, a fase de maturação pode contribuir para reduzir ou eliminar esses contaminantes. O objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade do queijo Minas artesanal da região de Araxá, produzido e maturado por até 57 dias em estabelecimentos rurais legalizados pelo IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária, durante a época chuvosa e seca, a fim de contribuir para a determinação de seu período de maturação ideal e atender a legislação oficial. Um total de 12 amostras de água, 12 de leite, 12 de cultura endógena (soro-fermento) e 84 de queijos foram coletadas em seis fazendas e submetidas a análises microbiológicas e físico-químicas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey quando as variáveis foram paramétricas e as medianas pelo teste de Friedman quando as variáveis foram não paramétricas, ambos a 5% de significância. Foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre as contagens de coliformes totais e de bolores e leveduras em queijos ao longo dos tempos de maturação nas duas época de produção. *Staphylococcus* coagulase positivo e bactérias ácido-lácticas (BAL) em ágar M17, apresentaram diferenças ($p < 0,05$) apenas durante a época seca. A maturação foi eficiente para reduzir a contagem de todos os microrganismos estudados. *Salmonella* spp. foi detectada em apenas uma amostra de queijo em 22 dias de maturação durante a época chuvosa, mas não foi possível identificar a origem da contaminação. *Listeria monocytogenes* foi encontrada em dois queijos, em 1 e 7 dias de maturação durante o período seco. Enterotoxinas estafilocócicas não foram detectadas. A maturação influenciou ($p < 0,05$) os teores percentuais de umidade, proteína, gordura, gordura no extrato seco e extrato seco total, bem como pH e acidez titulável, independentemente da época de produção. A condição do queijo Minas artesanal de Araxá foi influenciada pela qualidade da água, da cultura endógena e do leite utilizado para a sua produção. Considerando-se todos os parâmetros para inspeção, o queijo estudado deve ser maturado por pelo menos 14 dias para atender a legislação vigente. Além disso, o uso de matérias-primas, o controle sanitário dos rebanhos e a adoção de boas práticas de produção também são extremamente importantes para a obtenção de um queijo seguro, representando a cultura do Estado e possibilitando mais renda para os produtores, sem ameaçar a saúde pública.

Palavras-chave: queijo artesanal, maturação, legislação, saúde pública, microbiologia , físico-química

ABSTRACT

Minas artisanal cheese is widely produced throughout Minas Gerais state involving familiar labor. Physical-chemical and microbiological characteristics of that cheese are unique and vary according to each region of production due to differences of climate, soil, vegetation, cattle breed and ways of elaboration. That cheese is made from raw milk and is much manipulated, thus it may carry undesirable microorganisms. However, the ripening stage may contribute to reduce or eliminate those contaminants. The aim of this study was to characterize the quality of Minas artisanal cheese from Araxá region, produced and ripened for up to 57 days in rural establishments legalized by the State, during rainy and dry seasons, in order to contribute for the determination of its ideal ripening period and attend to the official legislation. A total of 12 samples of water, 12 of milk, 12 of endogenous culture and 84 of cheese were collected at six farms and were submitted to microbiological and physical-chemical analyses. Means were compared by the Tukey test or by the Friedman test if they did not present a normal distribution, both at 5% of significance. Differences ($P < 0.05$) were observed among the means of counts of total coliforms, molds and yeasts. *Staphylococcus* coagulase negative and lactic acid bacteria (LAB) in M17 agar in cheeses throughout ripening times during the dry season. Ripening was efficient to reduce the counts of all microorganisms studied. *Salmonella* spp. Was detected in only one sample of cheese at 22 days of ripening during the rainy season, but the contamination's source wasn't able to identify the origin. *Listeria monocytogenes* was found in two cheeses at 1 and 7 days of ripening during the dry period. Staphylococcal enterotoxins were not detected. Ripening influenced ($P < 0.05$) the percent contents of moisture, protein, fat, fat related to total solids and total solids as well as pH and titratable acidity, irrespectively of the season. The quality of Minas artisanal cheese from Araxá was influenced by the quality of the water, endogenous culture and milk used for its production. Considering all parameters for its inspection, the studied cheese should be aged for at least 14 days. Besides, the use of raw materials, the sanitary control of the herds and the adoption of good practices for production are also extremely important for obtaining a safe cheese, representing the culture of the state and bringing income for the producers without menacing the public health.

Key words: artisanal cheese, ripening, legislation, public health, microbiology, physical-chemical

1. Introdução

Minas Gerais é o principal estado produtor de leite do país e, por ser tradicionalmente laticinista, se destaca na produção de queijos, especialmente os artesanais. A reputação do Estado se justifica quando o assunto é a produção de queijo Minas artesanal, devido a sua cultura, tradição, história e importância socioeconômica. No entanto, outras regiões do país também produzem queijos artesanais, como é o caso do queijo coalho, na região Nordeste (Senna, 2000; Guedes Neto, 2004), e os queijos Colonial e Serrano, no sul do Brasil (Pinto, 2004; EPAGRI, 2011).

A produção de queijo Minas artesanal é amplamente distribuída no território de Minas Gerais, ocupa diversas famílias no meio rural representando importante fonte de renda para produtores rurais e é considerada como pilar da economia local dos municípios. Apesar dessa importância, uma parcela muito significativa dessa produção é informal, tanto do ponto de vista sanitário quanto tributário e fiscal, condição que resulta na perda de divisas importantes para o fortalecimento da economia dos municípios e do Estado.

O queijo Minas artesanal é produzido a partir de leite cru e é muito manipulado. Por esses motivos, pode veicular bactérias potencialmente patogênicas e/ou suas toxinas trazendo risco à saúde do consumidor, principalmente quando somado o fato de que é consumido pela população ainda fresco. Por outro lado, por ser um produto fermentado apresenta também microrganismos considerados desejáveis, como as bactérias ácido-lácticas, que possuem importância tecnológica na maturação, além de propriedades probióticas.

A maturação é uma etapa singular do processo de produção do queijo Minas artesanal, uma vez que durante esse processo, a umidade e o pH diminuem e a concentração de cloreto de sódio (NaCl) aumenta, particularidades que favorecem a eliminação de bactérias indesejáveis e contribuem para a permanência de microrganismos desejáveis que são responsáveis por conferir sabor, cor e textura aos queijos.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (Brasil, 1996; Brasil, 2000), o queijo Minas artesanal somente pode ser comercializado após um período de maturação não inferior a 60 dias. Entretanto, em 2013, o próprio MAPA e o Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, publicaram a Instrução Normativa nº 30 e a Portaria nº 1.305, que permitem que esses queijos sejam comercializados com período inferior ao estipulado nos regulamentos desde que existam estudos científicos que comprovem sua segurança (Brasil, 2013; Minas Gerais, 2013). A determinação do tempo mínimo de maturação passa a ser fundamental no auxílio da qualidade sanitária dos queijos artesanais mantendo as características sensoriais desejáveis. Porém, trabalhos abordando esse tema ainda são muito escassos na literatura.

A microrregião de Araxá faz parte das regiões tradicionalmente produtoras de queijo Minas artesanal e está localizada no Planalto de Araxá, integrando a região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, no sudoeste de Minas Gerais. Estabelecido como um dos primeiros núcleos de ocupação colonial, a região de Araxá nasceu como consequência da atuação dos criadores de gado e dos tropeiros na lida diária em busca pela sobrevivência (EMATER, 2003). O queijo tradicionalmente elaborado apresenta, à princípio, a técnica introduzida pelos colonizadores

portugueses, oriundos da região dos Açores. Contudo, o queijo Minas artesanal de Araxá ainda não possui o tempo mínimo de maturação definido para comercialização.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Caracterizar o queijo Minas artesanal produzido na microrregião de Araxá, em propriedades cadastradas pelo IMA, durante 57 dias de maturação, nos períodos de seca e chuva, segundo parâmetros de qualidade microbiológica e físico-química.

2.2. Objetivos específicos

- Conhecer as características produtivas das propriedades por meio da aplicação de um questionário.
- Conhecer o perfil microbiológico (contagens de bactérias ácido-láticas – BAL; mesófilos aeróbios; coliformes totais e termotolerantes; *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase negativo e *Staphylococcus* coagulase positivo) e físico-químico da água utilizada nas queijarias cadastradas pelo IMA no município de Araxá.
- Conhecer o perfil microbiológico (contagens de bactérias ácido-láticas – BAL; coliformes totais e termotolerantes; *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase negativo e *Staphylococcus* coagulase positivo e bolores e leveduras e pesquisa de *Salmonella* spp.) do soro-fermento utilizado nas queijarias cadastradas pelo IMA na produção de queijo Minas artesanal da microrregião de Araxá.
- Conhecer o perfil microscópico, microbiológico (contagens de bactérias ácido-láticas – BAL; coliformes totais e termotolerantes; *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase negativo e *Staphylococcus* coagulase positivo e bolores e leveduras) e físico-químico do leite utilizado nas queijarias cadastradas pelo IMA na produção de queijo Minas artesanal da microrregião de Araxá.
- Conhecer o perfil microbiológico (contagens de bactérias ácido-láticas – BAL; coliformes totais e termotolerantes; *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase negativo e *Staphylococcus* coagulase positivo e bolores e leveduras e pesquisas de toxinas estafilocócicas, *Salmonella* spp. e *Listeria* spp.) e físico-químico (teores percentuais de umidade, extrato seco total – EST, gordura, gordura no extrato seco e proteínas e determinação de pH e acidez) do queijo Minas artesanal das queijarias cadastradas pelo IMA da microrregião de Araxá.
- Conhecer e comparar as diferenças da qualidade microbiológica e físico-química entre os queijos produzidos no período de seca e de chuvas e sua evolução durante a maturação.
- Avaliar o percentual das amostras de água, leite e queijo quanto ao enquadramento nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da legislação vigente.

- Determinar o período mínimo de maturação de queijo Minas artesanal em relação às legislações estadual e federal vigentes (Brasil, 1996; Minas Gerais, 2002b; Brasil, 2013; Minas Gerais, 2013).

3. Revisão de literatura

3.1. Processo de elaboração de queijos

O queijo é um produto concentrado lácteo, constituído por proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas (Chalita, 2009). A obtenção do queijo ocorre a partir da coagulação da caseína pela ação da renina, uma fosfoproteína de ação proteolítica presente no estômago de ruminantes jovens que possui função de hidrolisar as ligações peptídicas da caseína, transformando-a em *para*-kapa-caseína que se precipita em presença de íons cálcio. O processo é dependente da temperatura, do pH, do teor de cálcio do leite e resulta na formação da coalhada (Perry, 2004).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 do MAPA, entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. Por queijo fresco, entende-se o produto que está pronto para consumo logo após sua produção e por queijo maturado o que sofreu as mudanças bioquímicas e físicas necessárias às características da variedade do queijo (Brasil, 1996).

Em Minas Gerais, se destaca a produção de queijo Minas artesanal elaborado com leite cru. As fases de produção compreendem a filtração, adição de coalho e soro-fermento, coagulação, corte da massa, mexedura, dessoragem, moldagem, prensagem, salga, maturação, embalagem e expedição. É importante destacar que a adição do soro-fermento e a realização da maturação são etapas específicas e fundamentais para a produção desse queijo. O soro-fermento é resultante da dessoragem dos queijos, contém certa quantidade de sal e age como inibidor de algumas fermentações e confere ao queijo características típicas de sua variedade (Martins, 2006). O soro-fermento possui microrganismos específicos de cada região e são responsáveis pelo sabor, cor e textura dos queijos. A maturação promove mudanças físicas, químicas e microbiológicas que auxiliam na eliminação de parte das bactérias deteriorantes e patogênicas que são potencialmente transmissoras de doenças, além de proporcionar o desenvolvimento de bactérias ácido-láticas, microrganismos que conferem sabor, cor e textura, levando a características específicas das regiões onde o queijo é produzido (Martins, 2006).

3.2. Queijos artesanais do Brasil

A produção de queijos artesanais se estende por todo o território brasileiro e representa o modo de sobrevivência e das culturas locais e regionais. O saber-fazer dos produtores carrega particularidades exclusivas de cada região.

O queijo de coalho, produzido na região nordeste do país, faz parte do hábito alimentar da população local, mas também tem sido bastante aceito nas cidades do Sudeste e seu consumo é crescente. Este queijo é produzido principalmente nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (SEBRAE-PE, 1994; Guedes Neto, 2004). A produção do queijo de coalho é dividida em dois segmentos. Os queijos produzidos de maneira artesanal em pequenas propriedades rurais a partir de leite cru integral e o queijo fabricado industrialmente em fábricas fiscalizadas por órgãos oficiais utilizando leite pasteurizado (Guedes Neto, 2004; Silva, 2007). Outro queijo artesanal de importância para os nordestinos é o queijo manteiga, também conhecido como “requeijão do nordeste”. Este produto é elaborado a partir de leite integral ou desnatado, lavagem com água ou leite quente e fusão da massa (Brasil, 2001; Cavalcante *et al.*, 2005).

Na região sul são produzidos os queijos Colonial e o Serrano, ambos com leite cru. O queijo Serrano é elaborado na região dos campos de cima da Serra, localizada no nordeste do Rio Grande do Sul, com leite de vacas de corte, enquanto que o Colonial é proveniente principalmente de vacas especializadas na produção leiteira (EPAGRI, 2011).

Existe ainda o Queijo Caipira do Mato Grosso do Sul e os queijos Cabacinha, Requeijão Moreno, o meia-cura e o queijo Minas artesanal de Minas Gerais (Mato Grosso do Sul, 2004; Minas Gerais, 2002a, Minas Gerais, 2012).

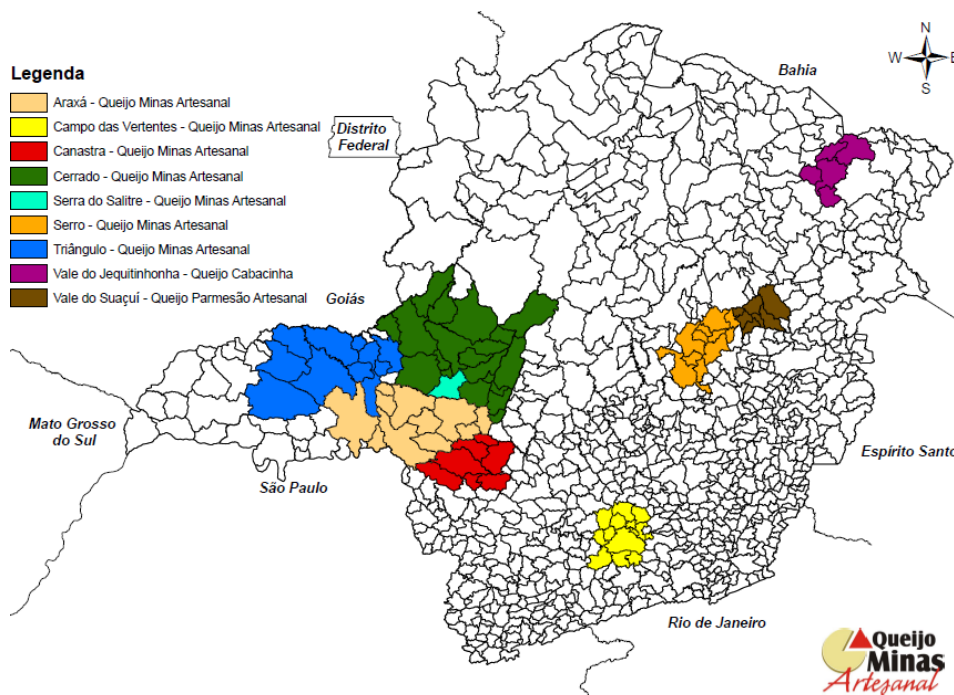
3.3. Queijo Minas artesanal

A produção do queijo Minas artesanal é caracterizada, em sua maioria, pela pequena escala. É responsável por ocupar 30.000 famílias de pequenos produtores rurais, cerca de mais de 100 mil pessoas e milhares de empregos diretos são gerados (Martins, 2006; Pinto, 2004).

Visando proteger a forma tradicional de produção do queijo, a preservação da identidade cultural como patrimônio histórico e a segurança sanitária desse produto, o poder executivo do estado de Minas Gerais publicou a Lei Estadual nº 14.185 de 31 de janeiro de 2002 e o Decreto Estadual nº 42.645 de 5 de junho de 2002, que definem como queijo Minas artesanal, o produto elaborado na propriedade de origem do leite, a partir do leite cru, hígido, integral e fresco utilizando-se na sua coagulação somente a quimosina de bezerro pura e, no ato da prensagem, somente o processo manual, e que o produto final apresente consistência firme, cor e sabor próprios, massa uniforme, isenta de corantes e conservantes, com ou sem olhaduras mecânicas (Minas Gerais, 2002a; Minas Gerais, 2002b).

Então, a partir da concepção da legislação, criou-se o Programa do Queijo Minas Artesanal executado em parceria pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER/MG e pelo IMA, com os objetivos de cadastrar os produtores, regularizar a produção e promover a segurança alimentar dos queijos ofertados para a população (EMATER, 2003).

Foram realizados estudos e levantamentos históricos, agro-geológicos, de condições de solo e clima, para identificação e caracterização das microrregiões tradicionais produtoras de queijo Minas artesanal descritas a seguir: Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro, Triângulo, Vale do Jequitinhonha e Vale do Suaçuí (Fig. 1).



Fonte: Dados fornecidos pela EMATER, ainda não publicados, 2014.

Figura 1. Mapa das regiões produtoras de queijos artesanais mineiros.

Atualmente, existem cerca de 281 produtores de queijo Minas artesanal cadastrados no IMA, distribuídos nas nove regiões caracterizadas, sendo 21 produtores em Araxá, cinco em Campo das Vertentes, 39 na Canastra, 47 na microrregião do Cerrado, 15 na Serra do Salitre, 109 no Serro, três no Triângulo Mineiro e três sem região definida (IMA, 2014).

3.3.1. Microrregião de Araxá

A região de Araxá possui mais de dois séculos de tradição na prática de produzir queijo, de consumi-lo e comercializá-lo. A história da região de Araxá iniciou quando colonizadores portugueses e espanhóis, atraídos para a região em função da perspectiva de explorar o ouro e, posteriormente, estimulados pela existência de fontes de águas minerais do Barreiro, se estabeleceram com as primeiras fazendas na região (EMATER, 2003).

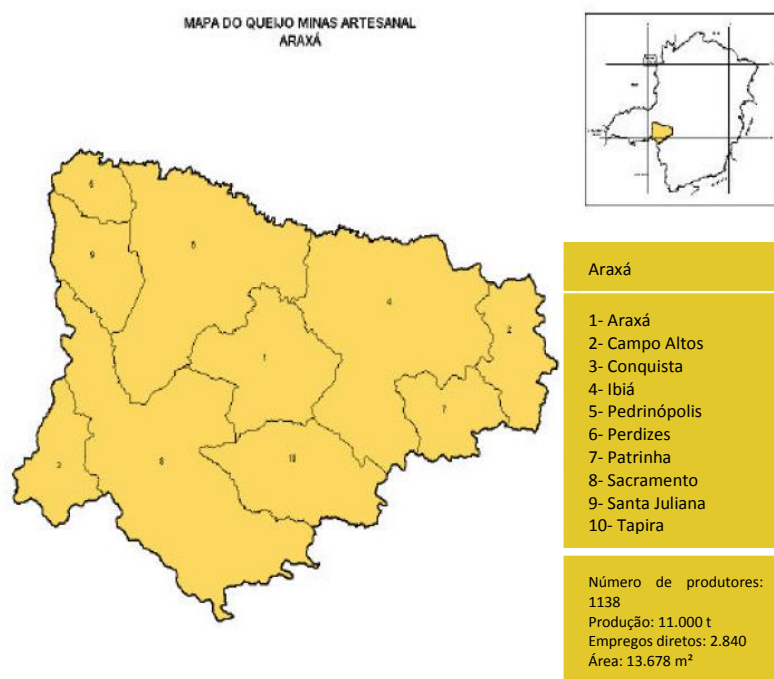
Exemplo de tão antiga que é a atividade agropecuária na região de Araxá são os relatos do naturalista francês Auguste Saint Hilaire, em 1819, no livro “Viagens às Nascentes do Rio São Francisco”, registrou a importância da atividade pecuária e da água salitrosa da região que substituíam a necessidade dos produtores fornecerem sal ao gado (Saint-Hilaire, 1975).

Em outro registro que descreve a expressiva produção de queijos e seu comércio a partir do século XIX na região, o pesquisador Saint Adolphe mencionou que os habitantes da Vila de São Domingos de Araxá, nome anterior da cidade de Araxá, se ocupavam da criação de gado, fabricação de panos de algodão e queijos que exportavam para outras vilas de Minas Gerais (Saint-Adolphe, 1845).

Desde muito cedo, Araxá se destacou pela produção de queijos e depois pelo seu comércio, que passou a ser realizado principalmente em grandes depósitos na cidade e também por queijeiros (EMATER, 2003).

A grande produção de queijos na região de outrora, e ainda nos dias atuais, é reflexo da dificuldade de escoamento da produção de leite cru, do isolamento das propriedades situadas em locais de difícil acesso e distantes dos grandes laticínios, indicadores que estimulam a produção desse produto (EMATER, 2003).

O queijo Minas artesanal de Araxá é produzido nos municípios de Araxá, Campos Altos, Conquista, Ibiá, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Sacramento, Santa Juliana e Tapira que compõem a microrregião de Araxá (Fig. 2) (IMA, 2003b). Este queijo possui formato cilíndrico, diâmetro variando de 14 a 17 cm, altura de 4 a 7 cm, peso entre 1,0 e 1,4 kg, textura compacta, coloração branca-creme homogênea, crosta fina sem trincas e sabor moderadamente ácido (Araújo, 2004).



Fonte: Araújo, 2004.

Figura 2. Mapa da região produtora de queijo Minas artesanal de Araxá.

O clima da região é temperado, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C, com umidade relativa média de 75,6%. Quanto ao tipo de solo, predominam os latossolos vermelho escuro e vermelho amarelo, com textura média (EMATER, 2003).

A Tabela 1 apresenta as características rurais dos municípios que compõem a microrregião de Araxá. Percebe-se um grande quantitativo do rebanho bovino em muitas propriedades rurais, característica que aponta para uma produção agropecuária significativa. Como grande parte do rebanho é de raças leiteiras, estima-se que a produção de leite seja elevada, entretanto, não existem muitos dados sobre a produção agropecuária da região.

Tabela 1. Características agropecuárias dos municípios da microrregião de Araxá

Município	Propriedades rurais	Produtores rurais	População bovina
Araxá	530	620	7.1363
Campos Altos	280	320	21.615
Conquista	247	274	23.915
Ibiá	929	1.093	118.376
Pedrinópolis	142	163	13.075
Perdizes	1.074	1.259	111.746
Pratinha	411	451	24.062
Sacramento	1.229	1.405	127.243
Santa Juliana	356	408	28.918
Tapira	471	576	45.988

Fonte: Dados fornecidos pelo IMA, ainda não publicados, 2014.

3.3.2. Aspecto legal do queijo Minas artesanal

Como todo produto alimentício, o queijo Minas artesanal possui um conjunto de legislações estaduais e federais específicas, que o regulamenta e estabelece diretrizes para sua produção e comercialização.

A Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 e a Resolução nº 07 de 28 de novembro de 2000, ambas do MAPA, determinam que a comercialização de queijos elaborados a partir de leite cru somente é permitida no Brasil, após se cumprir um período de maturação mínimo de 60 dias em entrepostos do Serviço de Inspeção Federal-SIF, sob temperatura superior a 5°C (Brasil, 1996; Brasil, 2000a). Esses princípios trazem um obstáculo muito significativo ao setor, pois o número de entrepostos do Serviço de Inspeção Federal - SIF em funcionamento é muito pequeno, e estão concentrados em algumas regiões de Minas Gerais. Outro ponto de dificuldade é o fato de que existem poucos estudos científicos que comprovam que o tempo de maturação de 60 dias é necessário para se garantir a inocuidade dos queijos. E, ainda que seja possível a maturação pelo período recomendado, o padrão de identidade do queijo Minas artesanal fica consideravelmente alterado, pois torna-se muito duro e seco, com baixa aceitação pelo consumidor.

Diante das dificuldades encontradas e de uma grande mobilização para regularizar o queijo Minas artesanal, o Governador do estado de Minas Gerais publicou a Lei Estadual nº 14.185 de 31 de janeiro de 2002 que possibilitou a comercialização do queijo com período de maturação inferior ao estabelecido pela norma federal, pois o que foi considerado nessa legislação é o percentual de umidade máximo que foi de 54% para comercialização, que se obtém com menor tempo de maturação que 60 dias. A Lei nº 14.185/2002 também determina padrões microbiológicos de qualidade no processamento do queijo, na obtenção da matéria-prima e na qualidade da água utilizada, que deve ser clorada e filtrada. Esse dispositivo faz referência ainda à adequação da infraestrutura da queijaria, dos currais e salas de ordenha que devem ser

calçados e cimentadas, respectivamente, limpeza de equipamentos e utensílios, vacinação dos animais e realização de exames no rebanho, além de higiene e saúde dos manipuladores. Após adequação do processo, torna-se necessário acompanhamento sistemático para controle, possibilitando, assim, um produto final seguro e de qualidade (Minas Gerais, 2002a).

No entanto, os padrões microbiológicos e o percentual de umidade do queijo estabelecido pela Lei nº 14.185 de 2002 estavam diferentes em relação a Portaria Federal nº 146 do MAPA. Com o intuito de equiparar esses parâmetros, foi publicado o Decreto Estadual nº 44.864 de 1º de agosto de 2008 que alterou o regulamento da Lei nº 14.185 (Minas Gerais, 2008).

Passados alguns anos, ficou evidente algumas limitações da legislação e uma delas é justamente o fato de que queijo elaborado com leite cru é produzido em quase todo o território mineiro, segundo Martins (2006), em cerca de 519 dos 853 municípios mineiros. Então, a Lei Estadual nº 19.492 de 2011 passou a reconhecer a produção de queijo Minas artesanal em todo o Estado; porém, a utilização do nome das regiões ficou restrita aos locais já caracterizados ou que possuíssem Indicação Geográfica (Minas Gerais, 2011).

Apesar das tentativas de legalizar o queijo artesanal mineiro, persistia ainda a limitação de não poder comercializar os queijos para outros estados brasileiros, uma vez que os queijos precisavam cumprir o período de maturação mínimo de 60 dias em entrepostos do SIF. Atendendo a uma solicitação dos produtores de Minas Gerais e demais regiões do Brasil, o MAPA publicou a Instrução Normativa nº 57 (Brasil, 2011), que previa a possibilidade de maturação de queijos por período inferior a 60 dias e definia requisitos para sua produção. No entanto, a nova regra impôs outras dificuldades, uma vez que condicionava o produtor a certificar sua propriedade como livre de brucelose e tuberculose, processo oneroso e demorado. Outro obstáculo foi o fato de que a Instrução Normativa condicionou a criação de comitê técnico-científico ainda a ser criado para avaliar os estudos científicos. Em resumo, a norma não levou a avanços significativos na autorização do comércio de queijos artesanais para outros estados.

Após todas as discussões, o IMA e o MAPA publicaram a Portaria nº 1.305, de 30 de abril de 2013 e a Instrução Normativa nº 30 de 07 de agosto de 2013, respectivamente, que estabelecem diretrizes para a produção do queijo Minas artesanal e finalmente permitem que o queijo possa ser comercializado para todo o País, desde que após período de maturação de 17 dias para o Serro e 22 dias para as demais regiões do Estado. Nesse caso, as queijarias precisam ser inseridas no Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal – SISBI/POA (Brasil 2013; Minas Gerais, 2013).

Ainda em Minas Gerais, foi sancionada a Lei nº 20.549/12, que dispõe sobre a comercialização dos queijos artesanais mineiros (Minas Gerais, 2012). Esse dispositivo incluiu como artesanais outros queijos, como o meia-cura, produto com processo de produção semelhante ao queijo Minas artesanal; porém com adição facultativa de cultura láctica natural e período de maturação inferior; o queijo cabacinha e o requeijão moreno, mas ainda é necessária sua regulamentação. O maior entrave dessa nova regra é justamente o risco de se incluir o queijo meia-cura com período de maturação ainda mais curto sem possuir pesquisas científicas que comprovem sua inocuidade e ausência de risco para o consumidor.

Diante de tantas leis, decretos, instruções normativas e portarias tratando de diversas áreas dos queijos artesanais, é evidente a necessidade de uma revisão dessas legislações para conferir maior transparência e organização ao sistema.

A cronologia de publicação das legislações do queijo Minas artesanal está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Cronologia de publicação das legislações sobre o queijo Minas artesanal

Legislação	Data da publicação	Âmbito	Fonte
Portaria nº 146	7 de março de 1996	Federal	Brasil, 1996
Resolução nº 07	28 de novembro de 2000	Federal	Brasil, 2000
Lei nº 14.185	31 de janeiro de 2002	Estadual	Minas Gerais, 2002
Decreto nº 44.864	1 de agosto de 2008	Estadual	Minas Gerais, 2008
Lei nº 19.492	13 de janeiro de 2011	Estadual	Minas Gerais, 2011
Instrução Normativa nº 57	15 de dezembro de 2011	Federal	Brasil, 2011
Lei nº 20.549	18 de dezembro de 2012	Estadual	Minas Gerais, 2012
Portaria nº 1.305	30 de abril de 2013	Estadual	Minas Gerais, 2013
Instrução nº Normativa nº 30	07 de agosto de 2013	Federal	Brasil, 2013

3.4. Qualidade microbiológica e físico-química da água

A obtenção de um queijo inócuo passa primeiro pela qualidade da água utilizada, tanto na ordenha para limpeza dos equipamentos e utensílios, quanto na queijaria para higienização da instalação e toalete dos queijos. Uma contaminação advinda da água de abastecimento pode comprometer todo o processo de elaboração do queijo Minas artesanal.

Visando atingir tal qualidade, a legislação do queijo determina que a água deva ser potável, provir de nascente, cisterna ou poço artesiano e ser canalizada de sua fonte até a queijaria, onde deve ser estocada em caixa d'água tampada e higienizada a cada seis meses.

Os padrões microbiológicos para avaliação da qualidade de água encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 de 2002, pelo Decreto nº 42.645 de 2002 e Portaria Federal nº 2.914 de 2011, para utilização da água na produção de queijo Minas artesanal

Parâmetro microbiológico	Padrão de aceitabilidade
Pesquisa de coliformes totais	Ausência em 100 mL
Pesquisa de coliformes fecais ou termotolerantes	Ausência em 100 mL
pH mg/L	6,0 a 9,5
Cloro residual mg/L	2 a 3
Acidez mg/L	Até 120
Cloretos mg/L	Até 250
Dureza mg/L	Até 500

Fonte: Minas Gerais, 2002a; Minas Gerais, 2002b; Brasil, 2011b.

É comum a água de abastecimento da queijaria apresentar contaminações que podem ser provenientes do local de captação da água, do reservatório ou mesmo como consequência da cloração deficiente, pois nem sempre são tomadas medidas de proteção das nascentes e a cloração realizada com clorador de passagem não garante a concentração adequada do cloro (Rapini *et al.*, 2003b; Martins, 2006).

Pesquisas realizadas em propriedades de queijo Minas artesanal indicaram que 50% das amostras de água do Serro estavam impróprias para o consumo humano (Pinto, 2004; Martins, 2006). Em trabalho realizado com estabelecimentos de produção de queijo Minas artesanal na região de Araxá, 86% das amostras de água analisadas estavam fora dos padrões. Sendo este estudo um diagnóstico das unidades produtoras, ele demonstra que são necessários cuidados especiais com o abastecimento de água para que a mesma não seja fonte de contaminação (Araújo, 2004).

No trabalho realizado por Borelli (2002), com dez queijarias na região da Canastra, nenhuma amostra de água analisada atendeu a legislação e observou-se que a contagem de coliformes totais variou de $1,3 \times 10^3$ a $1,0 \times 10^5$ NMP/100 mL e de $1,0$ a $2,3 \times 10^3$ NMP/100 mL para *E. coli*. Como o estudo foi realizado no ano de 2000, data anterior a publicação da Lei nº 14.185/2002, os resultados podem ser justificados porque a grande maioria dos produtores na região ainda não realizava o tratamento da água. Por outro lado, Santos (2010) e Oliveira (2014) encontraram resultados em pesquisas realizadas na região do Serro e no Campo das Vertentes, respectivamente, em que 100% das amostras água analisadas das queijarias para pesquisa de coliformes a 30°C estavam acima do estabelecido pela legislação, enquanto que para o parâmetro dos coliformes a 45°C, os resultados apresentaram-se em conformidade.

Embora a legislação não determine a pesquisa de outros parâmetros microbiológicos, a água também pode veicular outras bactérias indesejáveis tais como mesófilos aeróbios e *Staphylococcus* spp. Oliveira (2014) não encontrou *Staphylococcus* coagulase positivo em amostras de água analisadas da região do Campo das Vertentes, contudo, a contagem de mesófilos aeróbios na época das chuvas foi bastante elevada. Essas informações são relevantes, pois demonstram que a água pode agir como veículo para microrganismos indesejáveis e contaminar alimentos.

Em contrapartida, a água também pode ser fonte de bactérias desejáveis como as BAL, que auxiliam no processo de produção e maturação do queijo Minas artesanal. Segundo pesquisas realizadas por Oliveira (2014) na região do Campo das Vertentes, foram identificadas contagens de bactérias ácido-láticas em amostras de água analisadas.

Os padrões físico-químicos da água são os mesmos estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde – MS de 12 de dezembro de 2011 (Brasil, 2011).

Para estar adequada ao uso, ainda é necessário que esta seja filtrada e clorada a uma concentração de 2 ppm a 3 ppm. Como forma de verificação da potabilidade da água é necessário que seja analisada visando avaliar os seguintes aspectos: cor, odor, dureza, cloretos, turbidez, pH, cloro residual, matéria orgânica, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato (Minas Gerais, 2002b).

O estudo dos aspectos físico-químicos da água das regiões de produção de queijo Minas artesanal não são muito abordados nos trabalhos científicos e os dados disponíveis na literatura são escassos, entretanto, alguns trabalhos realizados na região do Serro e em Araxá avaliaram o valor de pH da água de abastecimento das queijarias. Na região do Serro variou de 6,5 a 8,5 e na região de Araxá entre 4,91 e 7,8 (Pinto, 2004; Araújo, 2004). A Portaria nº 2.914 do MS estabelece como padrão para pH o intervalo compreendido entre 6,0 e 9,5 e para dureza o limite máximo de 300mg/L (Brasil, 2011).

3.5. Qualidade microbiológica e físico-química do leite

O leite é a principal matéria-prima para elaboração de queijo Minas artesanal, sendo fonte importante de nutrientes (proteínas de alto valor biológico, lactose, lipídeos, vitaminas e cálcio) e bactérias consideradas desejáveis que auxiliam na maturação do queijo. Por outro lado, quando a qualidade do leite é ruim, o queijo também irá apresentar características microbiológicas insatisfatórias.

A abordagem do leite na legislação do queijo Minas artesanal é contraditória, pois indica que o leite cru é adequado para elaboração de queijo quando no momento de sua utilização atenda os padrões estabelecidos pela Lei estadual nº 14.185 (Tab. 4), mas determina que sejam realizadas somente as análises de Wisconsin Mastitis Test (WMT) e alizarol imediatamente antes da utilização do leite para produção do queijo (Minas Gerais, 2002b). Para comercialização do queijo em outros Estados, condição restrita às regiões caracterizadas, deve-se realizar análise trimestral da Contagem de Células Somáticas (CCS), Contagem Bacteriana Total (CBT) e composição centesimal em laboratório da Rede Brasileira da Qualidade do Leite – RBQL (Minas Gerais, 2013).

Tabela 4. Padrões microbiológicos, estabelecidos pela Lei nº 14.185, Decreto nº 42.645 e Portaria nº 523, todos de 2002, para utilização do leite na produção de queijo Minas artesanal.

Parâmetro microbiológico	Padrão de aceitabilidade
Contagem Bacteriana Total (UFC/mL)	≤ 100.000 UFC/mL
Contagem de Células Somáticas (UFC/mL)	≤ 400.000 unidades/mL
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/mL)	≤ 100 UFC/mL
<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)	≤ 100 UFC/mL
<i>Salmonella</i> spp.	ausência/ 25 mL
<i>Streptococcus</i> β-hemolítico (Lancefield A, B, C, G e L)	ausência/0,1 mL

Fonte: Minas Gerais, 2002a; Minas Gerais, 2002b; IMA, 2003a.

A análise de CCS indica o estado sanitário das vacas no rebanho e aponta para a presença de mastite. Existe uma variação normal em relação à idade da vaca, ao estágio de lactação e época de produção, mas uma variação patológica é influenciada pelo grau de inflamação da glândula mamária. Altas contagens de CCS acarretam diminuição na produção de leite e baixo rendimento na elaboração do queijo devido à presença de células que produzem proteases e que são responsáveis pela degradação da caseína do leite e do queijo. As células somáticas compreendem as células epiteliais de descamação e células de defesa originadas do sangue, principalmente, os leucócitos. Quando algum tipo de patógeno invade o úbere da vaca uma resposta inflamatória é deflagrada e as células de defesa são transportadas para dentro da glândula mamária com o objetivo de eliminar a infecção. Já a CBT indica deficiência no manejo sanitário do rebanho, na qualidade da higiene de ordenha e conservação do leite na propriedade (Jensen, Blanc e Patton, 1995).

Na região de Campo das Vertentes foi realizado um trabalho para avaliar a influência das épocas das chuvas e seca nas CCS e CBT em leite. Não houve diferença ($p < 0,05$) entre as épocas, mas em ambas estavam acima do recomendado pela legislação (Oliveira, 2014). Acompanhando os dados acima, na região do Serro, as variações na sazonalidade de produção

do queijo também não influenciaram ($p < 0,05$) nas características do leite cru quanto a CCS, no entanto, as médias não excederam o limite permitido pela legislação (Santos, 2010).

Outra pesquisa desenvolvida na região da Canastra avaliou a influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas médias de CCS e CBT em leite para produção de queijo Minas artesanal (Resende, 2010). Segundo o autor, não houve diferença ($p < 0,05$) entre as variáveis estudadas.

A qualidade do leite é influenciada também pela mastite que é considerada uma das causas principais da contaminação do leite cru e o microrganismo de maior relevância é *Staphylococcus aureus* (Pinto, 2004; Borges *et al.*, 2008a). A presença de mastite está diretamente relacionada, além de outros fatores, com a obtenção inadequada do leite, hábitos de higiene insatisfatórios, época do ano e período de lactação dos animais, sendo a maior ocorrência observada na época das águas (Pinto, 2004; Leitner *et al.*, 2003). O leite pode ainda veicular outras bactérias que comprometem a qualidade do queijo e trazem prejuízos aos consumidores, como os coliformes totais, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Listeria* spp.

Pinto (2004) avaliou 33 propriedades produtoras de queijo Minas artesanal na microrregião do Serro. Cerca de 24% das amostras de leite analisadas para contagem de *E. coli* estavam fora do limite estabelecido pela legislação. Todas as amostras também tiveram o limite preconizado para *S. aureus* excedido. Borelli (2002), ao desenvolver o trabalho na região da Canastra, observou que apenas 70% (7/10) das amostras de leite não apresentaram coliformes totais. Em relação aos coliformes termotolerantes foi observado que 50% (5/10) não atenderam ao padrão estabelecido quando foram avaliados de acordo com a Resolução RDC nº 12 de 2001 (Brasil, 2001).

Martins (2006) desenvolveu um trabalho na região do Serro e avaliou a influência das épocas das chuvas e seca na qualidade do leite. O autor identificou contagens de mesófilos aeróbios, coliformes a 35°C e *E. coli* superiores na época das chuvas e contagens de *Staphylococcus aureus* maior na seca. Oliveira (2014), na região do Campo das Vertentes, constatou contaminação do leite por coliformes totais, porém *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., bolores e leveduras não foram identificados.

A Tabela 5 indica o padrão para as características que o leite cru deve apresentar para a produção de queijo Minas artesanal (Minas Gerais, 2002b).

Tabela 5. Padrões físico-químicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 e Decreto nº 42.645 ambos de 2002, para utilização do leite na produção de queijo Minas artesanal

Parâmetro físico-químico	Padrão de aceitabilidade
Caracteres organolépticos	Normais
Teor de gordura	Mínimo de 3%;
Acidez em graus Dornic	15 a 20°D
Densidade a 15°C	1,028 a 1,033
Lactose	Mínimo de 4,3
Extrato seco desengordurado	Mínimo 8,5%;
Extrato seco total	Mínimo 11,5%;
Índice crioscópico	-0,550° H a -0,530°H
Resíduos de antibióticos, agrotóxicos e quimioterápicos	Ausência

Fonte: Minas Gerais, 2002a; Minas Gerais, 2002b.

O leite, apesar de ser veiculador de diversas bactérias potencialmente patogênicas, é responsável também em grande parte pela microbiota desejável que está presente no queijo artesanal. Diversas pesquisas realizadas já apontaram a altas contagens de bactérias ácido-láticas em leite cru (Cavalcante e Costa., 2005; Lima *et al.*, 2009; Resende, 2010; Oliveira, 2014). As BAL são responsáveis pela diminuição do pH devido a produção de ácido lático e pela produção de substâncias inibidoras de bactérias indesejáveis, como as bacteriocinas (Martins, 2006).

As características físico-químicas do leite cru para elaboração do queijo Minas artesanal também são pouco abordadas na literatura. Oliveira (2014), ao avaliar a qualidade do leite nos períodos de das chuvas e seca na região do Campo das Vertentes, não encontrou diferenças ($p < 0,05$) entre as duas épocas. Por outro lado, Resende (2010) encontrou um maior percentual de gordura e EST do leite em propriedades regularizadas quando comparadas com aquelas que não estavam cadastradas no IMA.

3.6. Qualidade microbiológica do soro-fermento

Uma das características do queijo Minas artesanal é o emprego na sua elaboração de um fermento natural, usado pelos produtores de queijo denominado “pingo” ou soro-fermento. Ele é resultante da dessoragem dos queijos já salgados e coletado de um dia para o outro. O fermento endógeno contém grupos microbianos de bactérias ácido-láticas que ajudam a direcionar a fermentação e a maturação do queijo (Nóbrega, 2007).

O soro-fermento, utilizado como cultura iniciadora, geralmente apresenta altas contagens de bactérias ácido-láticas. Entretanto pode apresentar também contagens consideráveis de bactérias patogênicas, representando uma potencial fonte de contaminação para o queijo artesanal (Nóbrega *et al.*, 2008; Resende, 2010; Ferreira *et al.*, 2011). Além disso, como a quantidade desse fermento adicionada ao leite pode variar de fazenda para fazenda e diferentes concentrações de microrganismos fermentadores da lactose podem estar presentes na massa do queijo, podem acontecer variações na intensidade e na velocidade de fermentação e, conseqüentemente, no teor de lactose transformada em ácido lático, influenciando na acidez desenvolvida (Machado *et al.*, 2004).

A concentração de sal também pode afetar a qualidade microbiológica do soro-fermento. A falta de padronização no processo de salga dos queijos afeta diretamente o teor de sal no soro-fermento e, conseqüentemente, a sua microbiota (Pimentel Filho *et al.*, 2005). Nóbrega (2007), avaliando a qualidade do fermento endógeno em diferentes épocas de produção, apontou que a concentração de NaCl foi mais alta no período das chuvas e que essa prática é uma expressão do conhecimento empírico dos produtores que aumentam intencionalmente a quantidade de sal para evitar o crescimento bacteriano que causa, entre outras conseqüências, leva ao estufamento precoce do queijo. Por outro lado, essa conduta é controversa, pois *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* têm maior tolerância ao sal quando comparado a outros microrganismos e podem ser transferidos e se desenvolverem no queijo.

De acordo com Oliveira (2014), não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) nas contagens dos microrganismos (coliformes a 30° C e 45° C, *Staphylococcus* coagulase positivo, BAL em ágar MRS e M17, bolores e leveduras) pesquisados em soro-fermento quando comparados os períodos de chuvas e seca, mas todas as contagens mostraram-se elevadas. Segundo a autora, ainda que não haja parâmetro legal na legislação para essas análises, contagens elevadas de

microrganismos indesejáveis determinam que o soro-fermento será responsável pela contaminação da massa do queijo, o que resulta em um produto final de menor qualidade.

Resultados da avaliação da qualidade microbiológica do soro-fermento na Canastra apontaram que coliformes totais e coliformes termotolerantes estiveram presentes em todas as amostras analisadas. Os valores variaram de 93 a superior a 1100 NMP/mL e 9 a 1100 NMP/mL para coliformes totais e termotolerantes, respectivamente. *Staphylococcus* coagulase positivo estiveram presentes em 60% (6/10) das amostras com contagens entre $1,4 \times 10^2$ e $4,7 \times 10^5$ UFC/mL. No soro-fermento também foi observada a presença de bolores e leveduras e os resultados encontrados variaram de $3,7 \times 10^3$ a maior que $1,5 \times 10^5$ UFC/mL (Borelli, 2002). Segundo a autora, o conhecimento dessa microbiota é de fundamental importância para que no futuro possam ser elaborados produtos com as características de sabor, aroma e textura padronizados.

3.7. Qualidade físico-química do queijo Minas artesanal

A legislação do queijo Minas artesanal indica apenas três parâmetros físico-químicos para sua regularização e comercialização (Tab. 6) (Minas Gerais, 2002b; Minas Gerais, 2008).

Tabela 6 - Padrões físico-químicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 de 2002, Decreto nº 42.645 de 2002 e Decreto nº 44.864 de 2008 para produção de queijo Minas artesanal.

Parâmetro	Padrão
Umidade (%)	45,9%
Presença de amido	Negativo
Atividade de fosfatase alcalina	Positiva

Fonte: Minas Gerais, 2002a; Minas Gerais, 2002b; Minas Gerais, 2008.

Embora as normas não estabeleçam a realização de outras análises físico-químicas tais como teores percentuais de proteínas, gordura, EST e determinação de pH e acidez, alguns trabalhos avaliaram as características físicas, químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal e as possíveis variações em função da raça do gado, tipo de alimentação, época do ano de produção e forma de maturação.

Trabalho realizado com queijo Minas artesanal da região de Araxá com 8 dias de maturação apresentou pequenas variações entre as propriedades estudadas nos parâmetros físico-químicos (análise dos teores percentuais de proteínas, gordura e umidade) (Araújo, 2004). Segundo o autor, essas variações observadas são justificadas devido a diversidade no processamento do queijo, qualidade das instalações e variações na alimentação do rebanho, ou seja, em função da falta de padronização nas etapas do processo de produção do queijo, desde a obtenção da matéria-prima até a comercialização. Pinto (2004) também observou uma pequena variação dos parâmetros físico-químicos entre os queijos analisados da região do Serro.

Estudo realizado na microrregião da Canastra avaliou queijos coletados no período da chuva e da seca de 120 queijarias em diferentes estágios de adequação e apontou os seguintes resultados: 43,63% de umidade, 1,21 de acidez, 5,24 de pH, 28,15% de gordura, 49,86% de gordura no extrato seco (GES) e 23,90% de proteína. O teor de umidade permitiu classificar o queijo como de média umidade e pelo teor de GES como gordo. A maior variabilidade foi encontrada nos resultados de acidez e pH, que pode ser justificada pelas diferenças no processo de fabricação

queijo, no tipo de salga realizada e na quantidade de soro-fermento utilizado (Silva *et al.*, 2011).

3.8. Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal

A tecnologia empregada na produção dos queijos artesanais proporciona uma intensa manipulação dos produtos durante o processamento e a maturação. Além disso, a utilização do leite cru como matéria-prima na elaboração desses queijos representa um risco para a saúde do consumidor quando a obtenção é realizada de maneira inadequada (Pinto *et al.*, 2009a).

Os microrganismos contaminantes do queijo Minas artesanal podem ser divididos em desejáveis e indesejáveis, que por sua vez podem ser separados entre os deteriorantes e os patogênicos. A sobrevivência desses microrganismos depende em grande parte das características do ambiente e a disponibilidade de nutrientes nos alimentos (Jay, Loessner e Golden, 2005).

Os possíveis contaminantes em queijo Minas artesanal incluem *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria* spp., *Brucella* spp., *Salmonella* spp., *Mycobacterium* spp. Além desses microrganismos acarretarem em problemas alimentares no ser humano, eles também são responsáveis por competir com a microbiota normal dos queijos diminuindo a capacidade de inibição dos agentes patógenos (Oliveira, 2014).

Visando impedir a contaminação do queijo Minas artesanal, os produtores devem cumprir uma série de requisitos sanitários da legislação que incluem construção de uma estrutura física condizente com a produção de alimentos, participar de cursos de boas práticas de fabricação - BPF, manter exames de saúde dos manipuladores atualizados, vacinar o rebanho e realizar exames de sanidade nos animais, tratar a água de abastecimento da queijaria e realizar análises laboratoriais dos queijos (Minas Gerais, 2002a).

Os parâmetros microbiológicos do queijo Minas artesanal exigem a pesquisa de alguns microrganismos (Tab. 7).

Tabela 7 - Padrões microbiológicos estabelecidos pela Lei nº 14.185 de 2002, Decreto nº 42.645 de 2002 e Decreto nº 44.864 de 2008 para produção de queijo Minas artesanal.

Parâmetro	Padrão
Coliformes a 30°C (UFC/g)	5,0 x 10 ³
Coliformes a 45°C (UFC/g)	5,0 x 10 ²
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/g)	1,0 x 10 ³
<i>Salmonella</i> spp.	Ausência
<i>Listeria</i> spp.	Ausência

Fonte: Minas Gerais, 2002a; Minas Gerais, 2002b; Minas Gerais, 2008.

3.8.1. Bactérias indesejáveis

3.8.1.1. Coliformes a 30°C e a 45°C

Os coliformes são bastonetes, Gram-negativo não formadores de esporos e capazes de fermentar a lactose produzindo ácido lático e gás. Esses microrganismos são encontrados no ambiente de maneira geral, como as fezes, solo e vegetais. As bactérias desse grupo pertencem a quatro gêneros principais: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* e altas contagens desses

microrganismos nos queijos significam condições de higiene insatisfatórias (Apha, 1992; Jay, Loessner e Golden, 2005; Pinto *et al.*, 2011).

A produção de gás por esses microrganismos acarreta em um dos principais defeitos observados nos queijos contaminados por coliformes, pois são observadas diversas olhaduras irregulares na massa do produto, levando ao defeito conhecido como estufamento precoce (Martins, 2006).

A presença de coliformes em queijo coalho e queijo manteiga foi relatada por Feitosa *et al.* (2003). O queijo coalho apresentou contaminação em 100% das amostras para coliformes a 30°C e 36,4% para coliformes a 45°C. O queijo manteiga também apresentou contaminação alta para coliformes a 30°C, estando presente em cerca de 84,6% das amostras e 15,4% para coliformes a 45°C.

Pesquisa realizada com queijo Minas artesanal adquirido em feiras na cidade de Uberlândia apontou que 70% dos queijos estavam com contagem superior a 10^3 NMP/g para coliformes totais e 80% acima de 10^2 NMP/g para coliformes fecais (Ferreira *et al.*, 2011).

O queijo Minas artesanal do Serro foi considerado por Borelli *et al.* (2006) como impróprio para o consumo, pois apresentou níveis altos de contaminação por coliformes totais e fecais. De acordo com os autores, a água analisada das queijarias exibiu contagens elevadas para coliformes fecais, o que pode justificar a contaminação dos queijos por esses microrganismos e demonstra a importância de manter a qualidade da água para a produção de alimentos seguros para o consumidor.

3.8.1.2. *Staphylococcus* spp.

O gênero *Staphylococcus* é formado por microrganismos Gram-positivo, halofílicos e que crescem em temperaturas na faixa de 7° C a 47,8°C, mas apresentam temperatura ótima entre 40 e 45°C (Jay, Loessner e Golden, 2005). O principal representante do gênero é o *Staphylococcus aureus* que está relacionado a casos de mastite no rebanho (Pinto *et al.*, 2003a). *Staphylococcus* spp. são capazes de produzir enterotoxinas nos alimentos que são responsáveis por casos de intoxicações alimentares nos humanos (Carmo *et al.*, 2002).

A contaminação por *Staphylococcus* spp. em queijo Minas artesanal ocorre principalmente através do leite de qualidade insatisfatória, pelo manipulador portador assintomático e pelo ambiente e utensílios mal higienizados (Borges *et al.*, 2008a). Segundo Martins *et al.* (2009), em um trabalho realizado em uma indústria de alimentos de Fortaleza, cerca de 24% dos manipuladores eram portadores de *Staphylococcus* coagulase positivo, comprovando uma importante fonte desses microrganismos. Além disso, as cepas isoladas dos trabalhadores apresentaram resistência a diversos antimicrobianos como a ampicilina e penicilina, o que pode gerar ainda um problema de saúde pública.

A presença de *Staphylococcus* coagulase positivo nos alimentos pode indicar condições precárias de higiene durante a sua produção (Pinto *et al.*, 2011). Feitosa *et al.* (2003) encontraram em 72,7% dos queijos coalhos e em 84,7% dos queijos manteiga analisados altas contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo. Contagens elevadas *Staphylococcus* coagulase positivo também foram identificadas em 60% das amostras de queijo Minas artesanal (Peresi *et al.*, 2001).

O trabalho realizado na região de Araxá com queijo Minas artesanal apontou que 86,49% das amostras de queijo estavam acima do limite permitido pela legislação para *Staphylococcus aureus* (Araújo, 2004).

Embora a maturação permita a redução das contagens de microrganismos no queijo, entre eles *Staphylococcus* spp., Cerqueira *et al.* (1997) encontraram 43,3% de amostras de queijo Minas artesanal curado com contagens de 10^2 a 10^6 UFC/g na região da Canastra.

Staphylococcus spp. possui a capacidade de contaminação e produção de enterotoxinas nos alimentos, principalmente, quando presente em contagens elevadas, o que pode ser responsável por casos de intoxicação alimentar (Santos, 2008). A produção dessas toxinas em alimentos representa um risco potencial à saúde pública (Borelli *et al.*, 2006). Os principais sintomas são náuseas, vômitos e cólicas abdominais.

Carmo *et al.* (2002) relataram que, entre 1995 e 2001, ocorreram em Minas Gerais 23 surtos de intoxicação alimentar provocados pela ingestão de queijos contaminados com *Staphylococcus aureus*. Cerca de 660 pessoas foram intoxicadas e uma delas morreu em decorrência de complicações.

3.8.1.2.1. Enterotoxinas estafilocócicas

A contaminação por *Staphylococcus* spp. em leite e derivados pode ocorrer em função da mastite em vacas ou por práticas higiênicas inadequadas durante o processamento e manuseio do alimento (Scherrer *et al.*, 2004). Algumas linhagens em elevadas concentrações podem produzir enterotoxinas que são termorresistentes e permanecem ativas nos alimentos por longo período de tempo, tornando um risco potencial para a saúde dos consumidores (Carmo *et al.*, 2002).

Inicialmente, apenas *Staphylococcus* coagulase positivo era correlacionado com a produção de enterotoxinas, no entanto, alguns trabalhos confirmaram que *Staphylococcus* coagulase negativo também são capazes de produzi-las (Carmo *et al.*, 2002; Rapini *et al.*, 2003a; Lamaita *et al.*, 2003). Segundo Carmo *et al.* (2002), para a produção de enterotoxinas, a concentração inicial deve ser em torno de 10^6 UFC/g e pH > 5, entretanto relatos indicam que contagens inferiores também são capazes de produzir as toxinas.

Carmo *et al.* (2002) relatou nove enterotoxinas: SEA, SEB, SEC, SEC, SED, SEE, SEG, SEH, SEI e SEJ, considerando que a toxina SEC subdividiu-se em três, SEC₁, SEC₂ e SEC₃. Além dessas toxinas citadas, algumas cepas de *Staphylococcus* coagulase positivo e *Staphylococcus* coagulase negativo produzem a toxina da síndrome do choque tóxico (TSST-1) que causa um efeito agudo com febre e hipotensão (Lamaita *et al.*, 2003). Entretanto, posteriormente, outras enterotoxinas (SEK, SEL, SEM, SEO, SEP, SEQ e SEU) também foram identificadas em estudos realizados (Scherrer *et al.*, 2004).

Os fatores que afetam a produção de toxinas envolvem temperatura, pH, atividade de água, condições atmosféricas (anaerobiose e aerobiose) e a microbiota concorrente (Bergdoll, 1990).

De acordo com o autor, a quantidade de toxina necessária para produzir doença no indivíduo é variável, entre 100 ng a 1 µg, e depende da faixa etária, sendo que outros grupos vulneráveis são mais susceptíveis. A ingestão de enterotoxinas pode levar a gastroenterites, náuseas, vômitos e diarreia, e podem ser agravadas por complicações gerais (Bergdoll, 1990; Carmo *et al.*, 2002).

As legislações estadual e federal não determinam a pesquisa de enterotoxinas estafilocócicas, no entanto, diversos trabalhos apontaram a presença dessa substância em queijos artesanais. Borelli *et al.* (2006) identificaram *Staphylococcus* spp. em altas contagens em todas as amostras de queijos do Serro analisadas com cinco dias de maturação. A pesquisa de enterotoxinas revelou que as mais prevalentes foram a SEB e SEC. Nesse estudo, observou-se que *Staphylococcus* coagulase negativo encontrados nos queijos também foram responsáveis pela produção de enterotoxinas. Borges *et al.* (2008b) também relataram presença de enterotoxinas em amostras de leite cru para produção de queijo coalho.

Pesquisa desenvolvida com manipuladores de queijo de leite de cabra revelou que *Staphylococcus* coagulase negativo isolado desses indivíduos apresentaram capacidade para produzir toxinas SEA, SEB, SEC, SED e TSST-1 (Rapini *et al.*, 2003a).

Por outro lado, o leite cru possui uma microbiota diferenciada, com predomínio de bactérias ácido-láticas e provavelmente promovem uma proteção natural ao queijo. Este fato foi observado em trabalho realizado na região do Serro em que contagens superiores a 10^7 UFC/g de BAL em queijos não foram encontradas toxinas (Pinto *et al.*, 2004a).

Martins (2006) e Dorés (2007) não identificaram enterotoxinas ao avaliar queijos da região do Serro e Canastra, respectivamente, utilizando o mesmo método imunoenzimático automatizado “Vidas Staph enterotoxin”. Porém, Dorés (2007) apresentou resultados controversos, pois ao realizar também o teste pela metodologia tradicional OSP, detectou a enterotoxina SEA nos mesmos queijos analisados anteriormente em 75% das amostras. Ornellas (2005) e Borelli *et al.* (2006) também detectaram enterotoxinas em Queijo Minas Artesanal da Canastra pela metodologia tradicional OSP, sendo que este último identificou os tipos SEB e SEC.

Segundo Araújo (2004) é imprescindível rever a legislação vigente para queijo Minas artesanal, pois a pesquisa de toxina não está incluída entre os parâmetros de análises laboratoriais e não é suficiente pesquisar apenas *Staphylococcus* spp.

3.8.1.3. *Salmonella* spp. e *Listeria* spp.

O gênero *Salmonella* spp. é formado por bactérias Gram-negativo e flageladas (Jay, Loessner e Golden, 2005). Essas bactérias são capazes de causar doenças no ser humano como a febre tifoide, as febres entéricas e as salmoneloses. Os sintomas são caracterizados normalmente por diarreia, febre, dores abdominais e vômitos (Franco e Landgraf, 1996).

O gênero *Listeria* spp. é composto por bastonetes Gram-positivo e não formadores de esporos. São psicrotróficos, crescem em temperaturas mais baixas que podem variar de 1 a 45°C (Jay, Loessner e Golden, 2005).

Salmonella spp. e *Listeria* spp. foram identificadas em queijo coalho e queijo manteiga produzidos no estado do Rio Grande do Norte. O queijo coalho apresentou 9 % de

contaminação para *Salmonella* spp. e *Listeria* spp., enquanto que o queijo manteiga apresentou 15 % de contaminação para os dois microrganismos (Feitosa *et al.*, 2003).

Araújo (2004) encontrou 19% do queijo Minas artesanal de Araxá comprometido pela presença de *Salmonella* spp., mas os queijos não apresentaram contaminação para *Listeria* spp. Por outro lado, Pinto (2004), Borelli *et al.* (2006) e Brant *et al.* (2007) não identificaram *Salmonella* spp. e *Listeria* spp. em amostras de queijos do Serro. Oliveira (2014) não identificou *Salmonella* spp. em amostras de queijos do Campo das Vertentes.

Listeria monocytogenes tem sido relatada como principal agente patógeno para seres humanos, principalmente quando se considera o consumo de leite cru obtido em condições insatisfatórias de higiene. A maturação que é considerada uma ferramenta para diminuir a contagem de patógenos em queijo Minas artesanal, não foi eficiente no trabalho realizado por Pinto *et al.* (2009b) em que *Listeria innocua* foi encontrada em queijo Minas artesanal do Serro durante 60 dias de maturação.

3.8.2. Bactérias desejáveis

3.8.2.1. Bactérias ácido-láticas

Devido ao processo de fermentação, produtos lácteos como o queijo por exemplo, apresentam uma microbiota bastante diversificada, contendo microrganismos desejáveis e os indesejáveis, sendo que a qualidade dos queijos produzidos a partir de leite cru depende, em grande parte, da composição dessa microbiota (Marino *et al.*, 2003). Assim, o controle das comunidades microbianas com o favorecimento da microbiota desejável é um fator-chave para a manutenção da qualidade desse tipo de queijo (Nóbrega *et al.*, 2008). As BAL são responsáveis pelo desenvolvimento da acidez durante a formação do coágulo e durante a maturação (Oliveira, 1999).

A microbiota desejável é composta basicamente pelo grupo das BAL, o qual compreende doze gêneros de bactérias Gram-positivo: *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Paralactobacillus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* e *Weissella* (Jay, Loessner e Golden, 2005).

As BAL inibem a microbiota patogênica dos queijos através de alguns mecanismos, como a diminuição do pH pela produção de ácido lático, competição por nutrientes e elaboração de substâncias antimicrobianas, como as bacteriocinas (Pinto *et al.*, 2009b). A outra função das BAL está relacionada com formação das características de sabor, cor e odor (Lima *et al.*, 2009).

A presença de bactérias ácido-láticas em queijos artesanais foi relatada em diversos trabalhos na literatura, como na região do Serro (Borelli, 2006), do Campo das Vertentes (Oliveira, 2014), de Araxá (Sobral *et al.*, 2003) e em queijos coalho (Guedes Neto *et al.*, 2005).

Linhagens de BAL isoladas de queijo Minas artesanal do Serro foram capazes de inibir o crescimento *in vitro* de micro-organismos, dentre os quais *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. As linhagens foram submetidas à prova de inibição indireta e verificou-se que 20,8% demonstraram amplo espectro antimicrobiano frente a microrganismos como *Salmonella enterica* subsp. *enterica* var. *Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e

Listeria innocua. Por outro lado, nenhuma das linhagens isoladas foi capaz de inibir *Escherichia coli* (Alexandre, 2002).

Linhagens de BAL compreendendo *Lactobacillus* spp. e *Lactococcus* spp. isoladas de queijo coalho artesanal apresentaram atividades antagonistas frente a patógenos isolados dos mesmos queijos, frente a microrganismos patogênicos de referência, à outras BAL e às próprias BAL presentes no queijo (Guedes Neto, 2004). Esses resultados sugerem que a ação dessas bactérias é positiva no desempenho do papel de modulação do crescimento de microrganismos e como o tempo de maturação é importante para a ação das BAL na competição com agentes patogênicos.

A bacteriocina nisina foi utilizada para verificar capacidade de inibição de microrganismos indicadores, conforme foi observado por Pinto *et al.* (2011). O efeito foi positivo contra *Staphylococcus aureus*, no entanto, foi responsável também pela diminuição na velocidade de maturação. Sobral *et al.* (2003) relataram que a ação da nisina não interferiu na multiplicação de *Lactobacillus* e *Lactococcus* em queijo de Araxá durante 60 dias de maturação em temperatura ambiente. Segundo os autores as bactérias ácido-láticas da região de Araxá são mais resistentes quando comparadas com as encontradas nas regiões da Canastra e Serro.

O conhecimento da origem das BAL presentes no queijo já foi bastante descrito na literatura. Sabe-se que o leite, a água e o soro-fermento são fontes desses microrganismos. Entretanto, alguns trabalhos relataram que BAL estão presentes também na pastagem e no solo. De acordo com Resende (2010), em trabalho realizado com queijo Minas artesanal da Canastra, a contagem de BAL na pastagem variou de $8,1 \times 10^4$ a $2,4 \times 10^6$, e no solo variou de $4,5 \times 10^4$ a $5,4 \times 10^7$.

3.8.3. Bolores e leveduras

Os bolores e as leveduras são microrganismos de fundamental importância em algumas variedades de queijos (Fox *et al.*, 1993) por possuírem características lipolíticas e proteolíticas, no entanto, em contagens elevadas podem contribuir com a deterioração dos queijos. Por esse motivo, pode se comportar como microrganismo desejável ou indesejável.

Fazem parte da microbiota secundária do queijo e durante a maturação contribuem com o sabor e textura destes produtos (Araújo, 2004; Pinto, 2004).

O soro-fermento é fonte de bolores e leveduras (Borelli, 2002 e Oliveira, 2014) e constitui o principal fornecedor desses microrganismos para o queijo artesanal, conforme pode ser comprovado pelo trabalho realizado na Canastra, que apontou contagens de bolores e leveduras entre $7,0 \times 10^3$ e $1,5 \times 10^5$ UFC/g (Borelli, 2002) e pesquisa realizada no nordeste que relatou contagens de $1,9 \times 10^4$ a $4,8 \times 10^8$ em queijo coalho e valores de $1,5 \times 10^4$ a $2,8 \times 10^8$ em queijo manteiga (Feitosa *et al.*, 2003).

3.9. Boas práticas de ordenha e produção

Informações a respeito da produção e segurança do queijo Minas artesanal para o consumo ainda são bastante limitadas para a maior parte da população. A divulgação da importância da higiene na obtenção do leite, das boas práticas de produção e o cumprimento do período de maturação muitas vezes é negligenciada.

A ausência de boas práticas de produção no processamento do queijo Minas artesanal expõe o produto a muitas fontes de contaminação e compromete sua qualidade, podendo afetar a saúde do consumidor (Pinto *et al.*, 2009b). Segundo os autores, as boas práticas de ordenha e produção aliadas a infra-estrutura das instalações e treinamento dos produtores são essenciais para se obter um leite de qualidade e conseqüentemente um queijo seguro.

Dias *et al.* (2006), após avaliarem queijarias em Sabinópolis-MG, na microrregião do Serro, observaram que a ausência de higiene compromete a qualidade dos queijos. Foi apontada a necessidade de investimentos para melhoria das instalações das queijarias, tanto na parte física, quanto nos equipamentos e utensílios que entram em contato diretamente com o leite e o queijo, bem como na capacitação de funcionários. Além disso, o controle sanitário do rebanho também é fundamental para garantir a qualidade do produto final (Araújo, 2004).

Almeida *et al.* (2012) apontaram que as causas dos altos índices de contaminação dos queijos artesanais de Montes Claros eram provenientes de utensílios mal higienizados e deficiências na execução das boas práticas de produção.

A presença de animais domésticos também é prejudicial à qualidade do queijo. O livre acesso aos currais, sala de ordenha e queijaria, pode levar a fontes potenciais de contaminação, devido à possibilidade de veiculação de microrganismos indesejáveis ao rebanho, ao ordenhador e ao queijeiro (Araújo, 2004).

Diante das evidências encontradas, concluiu-se que o queijo Minas artesanal é motivo de preocupação quando elaborado sem as Boas Práticas de Fabricação, pois pode ser importante fonte de agentes patogênicos, tais como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., e *Listeria monocytogenes*, o que torna as etapas do processo de produção pontos críticos de controle, pois o próprio homem pode ser fonte de contaminação (Borelli *et al.*, 2006).

3.10. Maturação em queijo artesanal

Os queijos artesanais são alimentos em que a maturação é importante para a expressão das suas características particulares como textura, odor, cor e sabor (Rezende, 2004; Chalita *et al.*, 2009). Além dessa função, a maturação também é responsável pela redução da microbiota indesejável nos queijos e configura uma prática que deveria ser adotada amplamente pelos produtores de queijo Minas artesanal (Dores, 2007).

Entretanto, o processo de maturação não é barato, pois demanda instalações específicas, maior despesa de manutenção e disponibilidade de capital de giro. Em alguns casos, os custos financeiros e interesses comerciais têm levado produtores a vender seus queijos antes do tempo adequado de maturação, comprometendo a homogeneidade e levando a perda da qualidade do produto (Perry, 2004).

A necessidade de reduzir o período de maturação dos queijos sem alterar as características nutricionais e sensoriais é uma questão mundial, devido ao forte apelo comercial desses produtos (Perry, 2004). De acordo com Machado *et al.* (2004), estudos científicos adicionais deveriam ser realizados para que se avalie a qualidade microbiológica, físico-química e sensorial do queijo Minas artesanal. Esses estudos poderiam subsidiar a determinação do

período de maturação ideal para cada variedade de queijo e garantir a qualidade sanitária do produto atendendo às necessidades comerciais dos produtores.

Durante a maturação, ocorre uma série de transformações físicas, químicas e microbiológicas sob a ação de enzimas lipolíticas e proteolíticas, grande parte de origem microbiana (Martins, 2006; Dores, 2007). Dentre os vários fenômenos bioquímicos que ocorrem no queijo, os principais são a lipólise e proteólise (Perry, 2004). Essas mudanças ocorrem tanto na casca quanto no interior da massa.

A lipólise é caracterizada pela hidrólise da gordura, causada por enzimas lipases, gerando, como principais produtos, os ácidos graxos voláteis de cadeia curta que são convertidos em outros componentes (aldeídos, cetonas e peróxidos) através de reações diversas (oxidação, descarboxilação e saponificação), que vão conferir sabor e aroma típicos de queijos maturados (Kardel *et al.*, 1995).

A proteólise é considerada o mais importante e complexo evento bioquímico que acontece durante a maturação da maioria dos tipos de queijos, resultando em numerosos produtos, como peptídeos, cetonas e aminoácidos livres, que conferem o sabor, aroma e textura dos queijos (Gutierrez *et al.*, 2004).

As enzimas presentes na maturação do queijo podem ser originadas do próprio leite (endógenas), do agente coagulante (renina), produzidas pelas bactérias ácido-láticas do fermento, originadas pela microbiota secundária (bactérias propiônicas) e pelas bactérias contaminantes.

A maturação depende de três fatores: temperatura e umidade da atmosfera em contato com queijo; composição química da coalhada, como teor de gordura, aminoácidos, ácidos graxos e outros produtos da ação enzimática e a microbiota residual da coalhada (Martins, 2006).

Como dito, durante a maturação, as transformações físicas e químicas são responsáveis pelas características microbiológicas dos queijos como a redução da microbiota contaminante (Martins, 2006; Dores, 2007).

Brant (2003), após analisar 40 amostras de queijo do Serro em dois diferentes tempos de maturação (fresco e com 30 dias de maturação a 10°C), encontrou resultados que diferem dos outros estudos em relação à eficiência da maturação na diminuição da contagem de microrganismos. No trabalho, 92,5% de todas as amostras analisadas estavam impróprias para o consumo humano. Cerca de 80% estavam acima de $5,0 \times 10^3$ para coliformes a 30°C, 60% apresentou contagem superior a $5,0 \times 10^3$ para coliformes a 45°C e 82,5% fora dos padrões para *Staphylococcus aureus* com contagem média de $1,2 \times 10^6$ UFC/g, sendo que o queijo fresco apresentou 5,4 log e o maturado 4,1 log UFC/g. Segundo os autores, *Salmonella* spp. e *Listeria* spp. não foram identificadas.

Estudo realizado na região da Serra da Canastra demonstrou a eficiência do processo de maturação ao analisar queijos de oito produtores em diferentes graus de adequação, em ambientes distintos de maturação (temperatura ambiente e em refrigeração) e em diferentes períodos de maturação (período das chuvas e seca) (Dores, 2007). Foi constatado que todas as variáveis físico-químicas sofreram influência do tempo ao longo da maturação em temperatura ambiente, independentemente da época. As amostras em refrigeração apresentaram menor

modificação e apenas a gordura no extrato seco e o nitrogênio solúvel em pH 4,6 sofreram variação. Esses dados sugerem maior aceleração da maturação na temperatura ambiente. Quanto ao aspecto microbiológico, verificou-se que a temperatura ambiente foi mais eficiente na maturação dos queijos, atingindo em 22 dias os índices microbiológicos exigidos pela legislação (Minas Gerais, 2002b; Minas Gerais, 2008); enquanto que as amostras armazenadas sob refrigeração permaneceram em até 87 dias de maturação para alcançar o mesmo nível de inocuidade. Ainda, segundo a pesquisa, o microrganismo que permaneceu mais tempo em contagens mais altas foi *Staphylococcus aureus*, definindo o tempo necessário para a maturação dos queijos (Dores, 2007). Segundo o autor, a maturação mostrou o seu papel importante como modulador da microbiota dos queijos, pois provocou a redução do número de contaminantes avaliados.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, o estudo realizado na região do Serro encontrou o período de 17 dias de maturação como período mínimo para que o queijo atingisse o índice exigido pela legislação (Minas Gerais, 2002b e 2008). No entanto, a maturação ambiente, mesmo reduzindo a microbiota indesejável dos queijos, não deve ser vista como forma de obter a inocuidade do produto, pois o risco envolvido com a produção de queijos com leite cru é considerável. Sobre esse aspecto, então, verifica-se a necessidade de rigoroso controle em todas as etapas no processo de produção para se obter um produto de qualidade e inócuo (Martins, 2006).

Outro trabalho que buscou avaliar o tempo de maturação dos queijos foi desenvolvido no sul do País com queijo Serrano. Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos dos queijos mudaram consideravelmente durante o período de maturação de 60 dias, principalmente quando foram elaborados no verão. Quase todos os grupos microbianos atingiram as maiores contagens após o sétimo dia de maturação, diminuindo progressivamente até o final do processo. Adicionalmente, a primeira semana de maturação houve uma grande produção de ácido láctico e, como consequência, observou-se uma queda abrupta no pH. As bactérias ácido-láticas constituíram o principal grupo microbiano presente no queijo Serrano. O grande número de *Lactobacillus* spp. durante a elaboração e maturação sugere que estes microrganismos podem desempenhar um papel importante na produção do queijo. Em conclusão, o trabalho mostra a importância do tempo de maturação do queijo Serrano ser superior a 30 dias, a fim de permitir a estabilização microbiológica do produto artesanal (Souza *et al.*, 2003). Resultado semelhante foi relatado por Mello e Armachuk (2013) com mesmo tipo de queijo.

A maturação também foi relatada como eficiente no controle da produção de enterotoxinas, como apresentado no trabalho realizado na Serra da Canastra (Dores, 2007). Segundo o autor, foram encontradas enterotoxinas A em 75% das 16 amostras analisadas com 8 dias de fabricação, porém não foram identificadas toxinas nos outros períodos de maturação estudados.

Pinto *et al.* (2009b), avaliaram a capacidade de sobrevivência de *Listeria innocua* em queijo Minas artesanal do Serro durante a maturação. As bactérias ácido-láticas presentes no leite e no fermento natural soro-fermento, o nível de sal e o pH auxiliaram na diminuição da contagem do microrganismo, mas não foram suficientes para eliminar *Listeria innocua*, que mesmo após 60 dias de maturação ainda foi detectada. Pinto *et al.* (2011) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de nisina no queijo Minas artesanal do Serro com 60 dias de maturação e perceberam que a mesma foi capaz de reduzir a contagem de *Staphylococcus aureus*, além de ter reduzido a velocidade de maturação do queijo.

Diante dos dados apresentados fica clara a importância da maturação para auxiliar na qualidade dos queijos, mas não deve ser a única alternativa, pois esse processo não equaciona todos os problemas sanitários encontrados no queijo.

4. Material e Métodos

4.1. Amostragem

Foram selecionados seis produtores de queijo Minas artesanal da microrregião de Araxá cadastrados no IMA de um total de 21, sendo um do município de Araxá, um de Campos Altos, um de Ibiá, um de Tapira e dois de Sacramento. A escolha atendeu aos critérios de interesse e disponibilidade dos produtores em participar do trabalho, considerando que esse número é suficiente para se alcançar relevância estatística.

A etapa de coleta foi antecedida de uma reunião com os produtores para apresentar os detalhes do projeto. Foi definida a época para as coletas (chuvas e seca) e o tempo de maturação dos queijos (1, 7, 14, 22, 29, 43 e 57 dias).

As coletas da época chuvosa foram realizadas nos meses de março, abril e maio de 2014. Na primeira visita às fazendas, foram recolhidos queijos com um dia produção, soro-fermento, leite e água diretamente da torneira da queijaria. As amostras foram transportadas refrigeradas para a realização das análises laboratoriais. As coletas seguintes dos queijos do mesmo lote de produção da primeira visita e armazenados na sala de maturação do próprio estabelecimento foram realizadas com 7, 14, 22, 29, 43 e 57 dias de maturação. Essas coletas foram feitas pelos próprios produtores e pelos técnicos do IMA e da EMATER, os quais foram devidamente orientados quanto ao procedimento de coleta e assepsia da operação. As amostras de queijo foram encaminhadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável via correio para o Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da UFMG (DTIPOA/EV/UFMG). As coletas de soro-fermento, leite e água foram realizadas somente na primeira visita das épocas das chuvas e seca.

Os queijos foram acondicionados em papel alumínio e sacos plásticos esterilizados e a água, o soro-fermento e o leite foram colocados em frascos de plásticos também esterilizados, com capacidade de 100 mL. Adicionalmente, o leite foi colocado em outros dois frascos contendo conservante azidiol, para Contagem Bacteriana Total - CBT, e bronopol, para Contagem de Células Somáticas - CCS e composição centesimal.

Nos meses de agosto, setembro e outubro de 2014, representando o período seco, todo o procedimento de coleta foi repetido, totalizando 84 queijos, 12 amostras de água, 12 de leite e 12 de soro-fermento coletados nos dois períodos.

4.2. Aplicação de questionário

Durante a realização da coleta dos queijos, água, soro-fermento e leite do período da seca foi aplicado um questionário para os seis produtores com objetivo de conhecer os dados das fazendas, do rebanho leiteiro, da produção de leite, rotina de ordenha, do controle de mastite e do sistema de elaboração do queijo Minas artesanal (Anexo I).

4.3. Análises Laboratoriais

As análises microbiológicas e físico-químicas dos queijos, soro-fermento, leite e água foram realizadas nos Laboratórios de Microbiologia de Alimentos e Análises Físico-químicas I do DTIPOA/EV/UFMG. As análises de CCS, CBT e composição do leite foram realizadas no Laboratório de Análise da Qualidade do Leite (LabUFMG). As análises de pesquisa de *Listeria monocytogenes*. e toxina estafilocócica dos queijos foram realizadas no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos, do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA.

Para a diluição inicial, que corresponde a 10^{-1} , alíquotas de 1mL de água, leite e soro-fermento, foram adicionadas em 9mL de salina peptonada 0,1% e para as amostras de queijo foram pesados 25g do produto, trituradas e homogeneizadas em 225mL do mesmo diluente. Após homogeneização, seguiram-se as diluições posteriores, também em salina peptonada 0,1%, até a concentração desejada para as análises microbiológicas. Para pesquisa de *Salmonella* spp., procedeu-se à pesagem de 25g de queijo e medição de 25mL de soro e homogeneização para cada tipo de amostra com 225mL de solução salina peptonada tamponada 1%.

4.3.1. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água

Os parâmetros microbiológicos avaliados na água foram contagens de coliformes a 30°C e 45°C, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, mesófilos aeróbios, BAL e bolores e leveduras (Brasil, 2003).

Em relação a qualidade físico-química foram realizadas as análises de cloro residual, acidez, cloretos, pH, dureza e alcalinidade (Brasil, 2006).

4.3.2. Avaliação da qualidade microbiológica do soro-fermento

Os parâmetros microbiológicos analisados para o soro-fermento foram contagens de coliformes a 30°C e 45°C, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, BAL, bolores e leveduras e pesquisa de *Salmonella* spp. (Brasil, 2003).

4.3.3. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite cru

O leite foi analisado quanto a enumeração de BAL, Contagem de Células Somáticas (CCS) em equipamento eletrônico Bentley CombiSystem 2300® (*Bentley Instruments Incorporated*®, Chaska, Minnesota, Estados Unidos) (Bentley..., 1997), pelo método de citometria de fluxo (International..., 1995), Contagem Bacteriana Total (CBT) por citometria de fluxo (Suhren e Walte, 2000) em equipamento eletrônico IBC Bacto Count IBC (*Bentley Instruments Incorporated*®, Chaska, Minnesota, Estados Unidos) (Bentley..., 2002) e determinação de sua composição centesimal (gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado) também pelo equipamento Bentley CombiSystem 2300®, feita pelo método de absorção de comprimento de onda na região do infravermelho médio (International..., 2000).

Os parâmetros microbiológicos contagens de coliformes a 30°C e 45°C, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, BAL e bolores, foram analisados somente no período seco devido a perda de amostras no período das chuvas (Brasil, 2003).

4.3.4. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do queijo

Os parâmetros microbiológicos analisados foram contagens de coliformes a 30°C e 45°C, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, BAL e bolores e leveduras e presença de *Salmonella* spp., *Listeria* spp. e toxina estafilocócica (Brasil, 2003).

Para qualidade físico-química foram realizadas as análises dos teores percentuais de extrato seco total e umidade pelo método gravimétrico, gordura pelo método de Gerber, compostos nitrogenados pelo método de Kjeldahl, gordura do extrato seco, determinação da acidez titulável e pH (Brasil, 2006).

4.3.5. Metodologias dos parâmetros microbiológicos utilizados

4.3.5.1. Pesquisas de coliformes a 30°C e a 45°C

Foram pesquisados coliformes a 30°C e a 45°C pelo método rápido Petrifilm® da 3M (AOAC, 1986).

4.3.5.2. Pesquisas de *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo e *Staphylococcus* coagulase negativo

Alíquotas de 0,1mL das diluições 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} das amostras de soro-fermento, água e queijo foram plaqueadas com a ajuda de alça de Drigalski em ágar Baird-Parker (*BD DIFCO*, Franklin Lanes, Estados Unidos) enriquecido com emulsão de gema de ovo e telurito de potássio (*Himedia*, Mumbai, Índia). As placas foram incubadas a 37°C, por 48 horas. Após crescimento, as colônias foram contadas para levantamento de *Staphylococcus* spp. e classificadas em típicas ou atípicas. Nas placas em que as colônias de um só tipo foram encontradas, selecionaram-se cinco, que foram individualmente inoculadas em tubos contendo caldo Brain Heart Infusion (BHI). Nas placas em que os dois tipos de colônias foram encontrados, três de cada tipo foram selecionadas e inoculadas também em caldo BHI. Após 24 horas de incubação a 37°C, 500µL da suspensão foram adicionados lentamente em tubo estéril, junto com a mesma quantidade de plasma de coelho reconstituído (*Laborclin*, Vargem Grande dos Pinhais, Brasil). Em seguida foram submetidas à incubação idêntica a da etapa anterior e procedeu-se à verificação da coagulação do conteúdo de cada tubo para determinação de *Staphylococcus* coagulase positivo (Brasil, 2003). Posteriormente, fez-se a subtração entre o *Staphylococcus* spp. e o *Staphylococcus* coagulase positivo, para se determinar a contagem de *Staphylococcus* coagulase negativo.

4.3.5.3. Pesquisa de *Salmonella* spp.

A pesquisa de *Salmonella* spp. foi feita no soro-fermento e no queijo. Para o primeiro mediu-se 25 mL e foi inoculado em frascos, e para o segundo, 25g inoculados em sacos plásticos contendo 225mL de salina peptonada tamponada 1% e homogeneizados. Após permanecerem em temperatura ambiente por uma hora, foram incubados em estufa a 37°C, por 24 horas, para pré-enriquecimento. Depois, para enriquecimento seletivo, foram transferidos 1mL e 0,1mL das amostras para caldo Selenito Cistina (*Himedia*) e Rappaport Vassiliadis (*Acumedia*, Baltimore, Estados Unidos), respectivamente. Os tubos foram então incubados em banho-maria a 41°C, por

24 horas. Após esse período, para isolamento em meios sólidos seletivos, as amostras foram estriadas em ágar vermelho de fenol lactose sacarose (BPLS) (*Acumedia*), ágar *Salmonella-Shigella* (SS) (*Acumedia*) e ágar Hektoen entérico (*Himedia*) e incubadas a 37°C, por 24 horas. De cada placa, oito colônias consideradas típicas foram inoculadas em meio ágar Rugai modificado (Pessoa e Silva, 1972) para realização dos testes bioquímicos. Aqueles tubos com leitura positiva tiveram suas colônias selecionadas e incubadas em ágar nutriente (*Acumedia*) por 24 horas, a 37°C. Por fim, após o lavado das colônias com salina peptonada 0,85%, essas foram submetidas ao teste de confirmação sorológica por meio do soro anti-*Salmonella* polivalente (*Probac*, São Paulo, Brasil) (Brasil, 2003).

4.3.5.4. Pesquisa de *Listeria* spp.

Para pesquisa de *Listeria* spp. foram pesadas 25g dos queijos que foram submetidos à análise pela metodologia Imunoenzimática automatizada que é um sistema rápido de análises para detecção de espécies de *Listeria* em alimentos e amostras ambientais. Os resultados são avaliados após 2 dias, incluindo duas etapas de enriquecimento da amostra (Caldo Fraser e Half Fraser) (*Biomerieux*, França). O teste baseia-se na relação antígeno-anticorpo, com resultados emitidos por leitores ópticos, requerendo menor tempo de análise (AOAC, 2004).

4.3.5.5. Pesquisa de bactérias ácido-láticas

Alíquotas de 0,1mL das diluições de 10^{-2} a 10^{-10} , das amostras de água, leite, soro-fermento e queijo foram inoculadas com a ajuda de alça de Drigalski em ágar Man – Rogosa – Sharpe (MRS) (*BD*) e M17 (*BD*) e incubadas em aerobiose em estufa a 37°C por 48 horas. (International..., 1988; Resende, 2010).

4.3.5.6. Pesquisa de Bolores e Leveduras

Alíquotas de 0,1mL das diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} das amostras de soro-fermento e queijo foram inoculadas em ágar batata dextrose 2% (*Acumedia*), com a ajuda de alça de Drigalski. O ágar batata dextrose foi adicionado, previamente, de ácido tartárico 10% esterilizado. As placas foram incubadas invertidas por sete dias a 25°C (Brasil, 2003).

4.3.5.7. Contagem padrão em placas de microrganismos mesófilos aeróbios

Alíquotas de 0,1mL das diluições 10^0 , 10^{-1} e 10^{-2} de água foram inoculadas em ágar PCA 55 com a ajuda de alça de Drigalski e incubadas a 37°C, por 48 horas, para leitura (Brasil, 2003).

4.3.5.8. Pesquisa de enterotoxinas estafilocócicas

Foram realizadas pesquisas de enterotoxinas estafilocócicas em 42 amostras de queijos na época das chuvas. Utilizou-se o Teste Qualitativo Imunoenzimático: Vidas Staph Enterotoxin (SET, 30701, Bio Merieux, Marcy-Létoile, França) que permite a detecção de sete diferentes tipos de enterotoxinas (SEA, SEB, SEC₁, SEC₂, SEC₃, SED e SEE) (AOAC, 2008).

As amostras foram analisadas no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos, do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA.

4.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado no trabalho foi em blocos, inteiramente casualizado e em esquema de sub-parcelas 2 x 7, sendo a parcela a época (2) e a sub-parcela o período (7). Duas épocas de coleta (chuvas e seca) e 7 períodos de maturação de queijo (1, 7, 14, 21, 29, 43 e 57) foram avaliados, e os seis produtores foram considerados como repetições.

Para comparar os resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos entre os períodos de maturação dos queijos e entre as épocas de seca e chuvas foi realizada análise de variância. O estudo estatístico foi seguido por comparação de médias (variáveis paramétricas) de distribuição normal ou transformadas por log na base 10 utilizando o teste de Tukey e medianas (variáveis não paramétricas) utilizando o teste de Friedman com 5% de significância.

Para análise estatística da água, soro-fermento e leite, para os resultados dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos entre as épocas de seca e chuvas foi realizada análise de variância. O estudo estatístico foi seguido por comparação de médias (variáveis paramétricas) de distribuição normal ou transformadas por log na base 10 utilizando o teste de Tukey e medianas (variáveis não paramétricas) utilizando o teste de Friedman com 5% de significância.

Foi utilizada a análise de regressão para comparar os resultados de médias e medianas dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos nas semanas de maturação dos queijos durante os dois períodos. Os coeficientes encontrados foram testados pelo teste *t* com 5% de significância.

Para análise estatística dos queijos foram realizadas correlações lineares de Pearson entre os parâmetros físicos e físico-químicos, testadas a 5% de significância pelo teste *t*.

Os dados foram analisados em três programas: InfoStat para estatística básica e descritiva e correlações, Instat para estatísticas não paramétricas e Sisvar para análise de variância.

5. Resultados e discussões

5.1. Caracterização das propriedades

Todos os produtores residem na própria propriedade, têm na produção de queijo a principal atividade econômica da fazenda e única fonte de renda, exceção de um produtor que também possui atividade turística na propriedade. Araújo (2004) mencionou que 62,16% dos produtores de queijo Minas artesanal de Araxá tinham a produção do queijo como única fonte de renda. As fazendas estão relativamente distantes da sede da cidade, sendo a mais próxima localizada a 11 km e a mais distante a 65 km. Essa situação pode acarretar problemas para alguns dos produtores no escoamento do seu produto, sobretudo no período das chuvas, em que a qualidade das estradas de terra fica muito ruim.

Embora a área das fazendas desse estudo esteja entre 25 e 700ha, de um modo geral, o espaço reservado para a produção de queijos não ultrapassa 100ha e o sistema de criação predominantemente é o semi-extensivo. Exceção para duas propriedades, que em uma prevalece o extensivo e na outra o intensivo. A alimentação dos animais é bastante variada, mas é baseada principalmente em pastagem de *Brachiria decumbens*, silagem de milho, cana com ureia e ração.

A composição genética do rebanho é principalmente de gado Girolando 1/2 sangue, grau sanguíneo que possui uma média maior de sólidos totais no leite, característica importante para a produção de qualquer derivado lácteo, o que proporciona maior rendimento. Somente um produtor possui rebanho de gado Holandês Puro de Origem (PO).

A obtenção do leite adotada em todas as propriedades é por meio de ordenha mecânica. A produção média diária das fazendas é de cerca de 885 litros/dia, que pode ser justificada pelo fato de três produtores possuírem grande número de animais e maior produção de leite. Essa média é superior à encontrada por Araújo (2004) em propriedades da região de Araxá que foi de 87,85 litros de leite e também superior às médias das propriedades na região do Serro que foi de 185 litros por dia (Pinto, 2004).

Percebeu-se pelas entrevistas que o *pré* e *pós-dipping*, bem como a higienização do equipamento de ordenha, não são realizados de maneira adequada em quase todas as propriedades. As falhas na rotina de ordenha são elementos que podem justificar contaminações do leite com microrganismos deteriorantes e patogênicos, proporcionar casos de mastite no rebanho e conseqüentemente alterar a qualidade do queijo.

Quanto à sanidade, todos os animais são vacinados regularmente contra as doenças febre aftosa, brucelose, raiva e são realizados anualmente testes de brucelose e tuberculose em todo o rebanho, conduta obrigatória para todos os produtores cadastrados no IMA (Minas Gerais 2002a; Minas Gerais, 2002b).

A infraestrutura das propriedades apresenta boas condições físicas com currais calçados e salas de ordenha cimentadas. As queijarias estão adequadas à Lei nº 14.185/2002, são azulejadas, possuem higiene satisfatória e condizente com a produção de alimentos, no entanto, conforme foi verificado, alguns estabelecimentos necessitam de reformas de manutenção das instalações.

Embora a caracterização do queijo Minas artesanal de Araxá aponte que o formato é cilíndrico, de 13 a 15 cm de diâmetro e peso entre 1,0 a 1,2 Kg, foi observado que parte dos produtores utilizam uma forma menor e que não atende aos padrões culturais e legais estabelecidos (EMATER, 2003).

A forma de comercialização dos queijos é também bastante heterogênea e inclui venda na porta da fazenda, em supermercados, restaurantes e para os atravessadores. Os queijos são comercializados nos próprios municípios, na região circunvizinha e em metrópoles como Belo Horizonte, Brasília e São Paulo. Recentemente, devido à grande valorização desse alimento, mercados mais qualificados e exigentes têm procurado esse produto, o que tem se transformado em oportunidades para os produtores.

Constatou-se durante a aplicação do questionário e nas observações que os produtores são informados, possuem grau de instrução satisfatório, participam de reuniões e conhecem as legislações sobre a produção e a regularização dos queijos, fatores que podem influenciar positivamente na mudança de comportamento para a melhoria da qualidade dos queijos.

5.2. Informações meteorológicas

As informações meteorológicas (temperatura, umidade, precipitação pluviométrica e velocidade do vento) da região de Araxá no período em que se realizou o trabalho de maturação foram coletadas e avaliadas. Os dados foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) por meio da estação meteorológica localizada no município de Araxá, com a finalidade de conhecer as características climáticas regionais e comparar as duas épocas de produção dos queijos, chuvas e secas, adotadas nesse estudo.

Em geral, as variáveis temperatura, umidade, precipitação pluviométrica e velocidade do vento influenciam as características físico-químicas e microbiológicas e contribuem significativamente para a condição de maturação do queijo Minas artesanal. A temperatura mais alta acelera a perda de água do queijo devido à maior evaporação, assim como a umidade relativa do ar, que, quando está mais baixa, favorece a perda de água para o meio ambiente. A precipitação contribui para deixar o ambiente com temperaturas mais baixas e com maior umidade do ar. Assim, quanto menor for a precipitação, maior será a perda de água pelo queijo e mais rápido será o processo de maturação. A velocidade do vento influencia diretamente na evaporação de água e quanto maior for a sua velocidade, maior será a tendência do queijo secar mais rápido.

Temperaturas mais altas e maiores amplitudes térmicas ao longo do dia foram observadas durante a época da seca em comparação com a época das chuvas (Figs. 3 e 4). Na época da seca as temperaturas atingiram valores diários acima de 30°C.



Fonte: INMET, 2015.

Figura 3. Temperaturas diárias (máximas e mínimas) apresentadas entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.

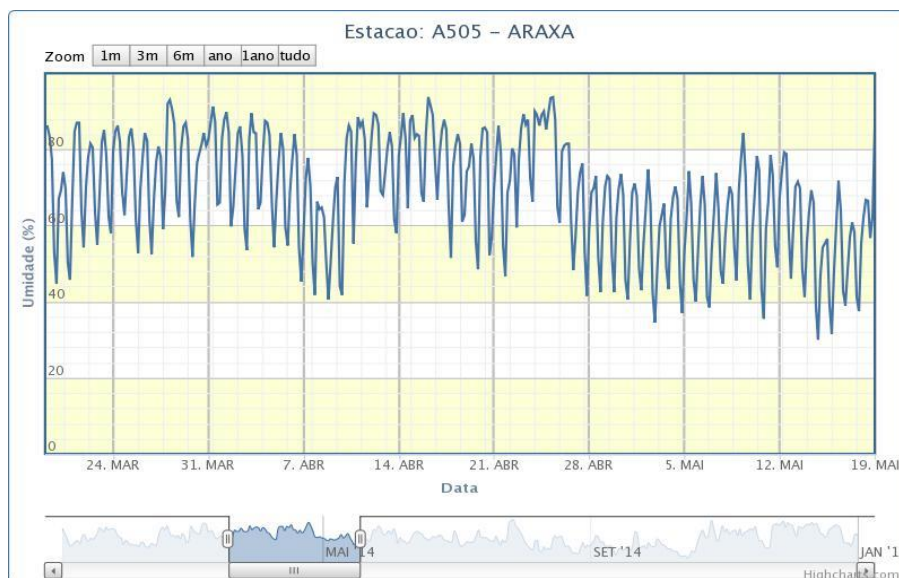


Fonte: INMET, 2015.

Figura 4. Temperaturas diárias (máximas e mínimas) apresentadas entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG.

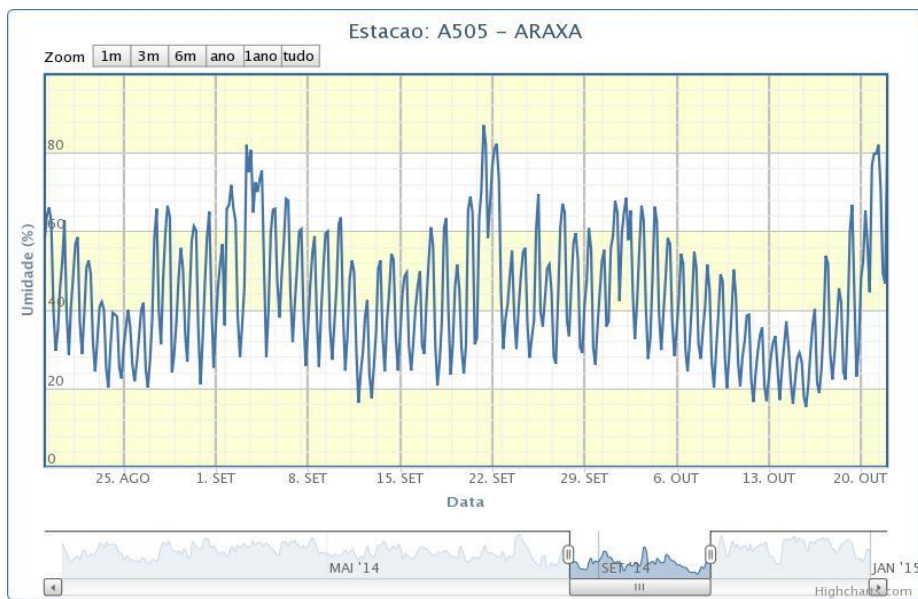
A umidade relativa do ar mostra a quantidade disponível de água no ar. Durante os meses mais secos tende a ser menor quando comparada com meses mais chuvosos, portanto, ela é influenciada diretamente pela precipitação.

Observou-se que na época das chuvas a umidade relativa do ar foi maior com valores acima de 80%, enquanto que na seca a umidade permaneceu abaixo de 60% na maior parte do tempo (Figs. 5 e 6).



Fonte: INMET, 2015.

Figura 5. Percentual de umidade diária apresentada entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.



Fonte: INMET

Figura 6. Percentual de umidade diária apresentada entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG

As figuras 7 e 8 apresentam a precipitação pluviométrica ocorrida na região de Araxá ao longo do período da pesquisa.

Nos meses de março e abril a precipitação foi maior diminuindo em maio, em contrapartida, nos meses de agosto, setembro e outubro a precipitação foi mais escassa e dispersa. O período de maior precipitação coincidiu com o período de maior umidade relativa do ar.



Fonte: INMET, 2015.

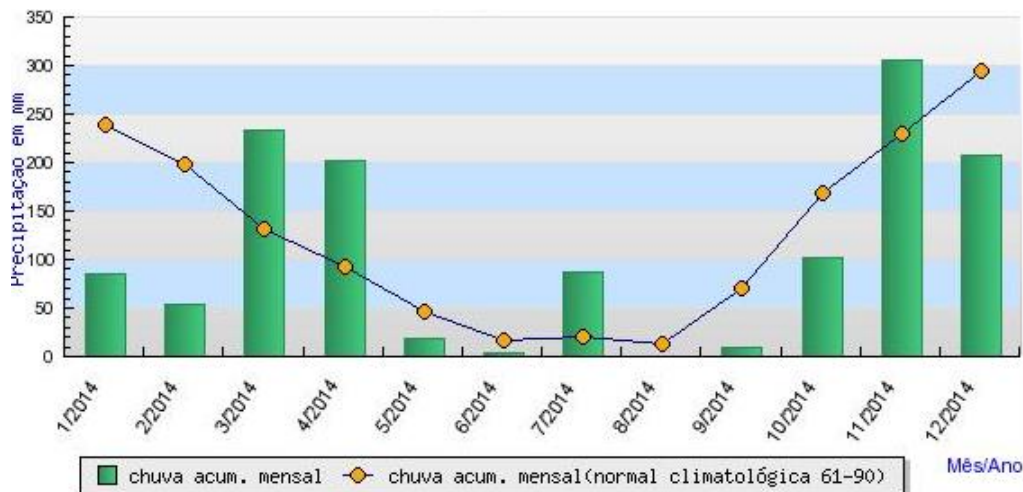
Figura 7. Precipitação pluviométrica diária apresentada entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.



Fonte: INMET, 2015.

Figura 8. Precipitação pluviométrica diária apresentada entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG.

Embora a precipitação das chuvas na região de Araxá tenha sido surpreendentemente baixa nos meses de agosto, setembro e outubro, a média histórica também apresenta esse comportamento, o que demonstra que essa distribuição das chuvas é uma característica da própria região (Fig. 9).



Fonte: INMET, 2015.

Figura 9. Chuva acumulada mensal em 2014 e média histórica apresentada na região de Araxá-MG.

A velocidade do vento no período estudado foi maior na época da seca em relação a época chuvosa (Figs. 10 e 11).



Fonte: INMET, 2015.

Figura 10. Velocidade do vento aferida entre os dias 19 de março e 19 de maio de 2014 na região de Araxá-MG.



Fonte: INMET, 2015.

Figura 11. Velocidade do vento aferida entre os dias 22 de agosto e 22 de outubro de 2014 na região de Araxá-MG.

5.3. Avaliação microbiológica e físico-química da água da região de Araxá na época das chuvas e da seca

5.3.1. Qualidade microbiológica da água

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre as medianas encontradas nas contagens de coliformes a 30°C e 45°C, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, BAL em ágar MRS e mesófilos aeróbios para as amostras de água das épocas das chuvas e da seca. No entanto, para BAL em ágar M17 houve diferença ($p < 0,05$) (Tab. 8). Os coeficientes de variação das análises microbiológicas de água indicam instabilidade nos valores encontrados tanto para o período das chuvas quanto para o período da seca. Esse comportamento pode ser justificado pela variação da qualidade da água observada individualmente entre os produtores e entre os períodos de produção.

Tabela 8. Medianas e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros microbiológicos encontrados em amostras de água de queijarias da região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.

Parâmetros microbiológicos	Chuvas		Seca	
	mediana	CV(%)	mediana	CV(%)
Coliformes a 30° C (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est.	160,47	< 1,0 x 10 ⁰ est.	0
Coliformes a 45° C (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est.	0	< 1,0 x 10 ⁰ est.	0
<i>Staphylococcus</i> spp. (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est.	243,49	< 1,0 x 10 ⁰ est.	111,34
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est.	0	< 1,0 x 10 ⁰ est.	0
<i>S.phylococcus</i> coagulase negativo (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est.	243,49	< 1,0 x 10 ⁰ est.	111,34
Mesófilos aeróbios (UFC/mL)	1,3 x 10 ¹	224,85	1,5 x 10 ⁰	235,13
BAL MRS (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est.	116,19	< 1,0 x 10 ⁰ est.	191,73
BAL M17 (UFC/mL)	< 1,0 x 10 ⁰ est. ^b	150,77	2,0 x 10 ^{2a}	242,58

Medianas seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Friedman ($p < 0,05$).

Foram identificados coliformes a 30°C nas amostras de água em pequena quantidade, mas ainda assim acima do estabelecido pela legislação que aponta para a ausência em 100mL, indicando que a água está imprópria para ser utilizada no processamento do queijo Minas artesanal (Minas Gerais, 2002b). Contagens mais elevadas desse microrganismo podem indicar contaminação ambiental, cloração ineficiente ou recontaminação. A presença de coliformes a 30°C no queijo pode ocasionar o defeito conhecido como estufamento precoce que é causado pela transformação da lactose em ácido lático e gás por essas bactérias. Esse defeito é perceptível ao consumidor porque o queijo fica abaulado e ao corte observam-se diversas olhaduras pequenas e irregulares.

Achados semelhantes foram descritos em pesquisas de qualidade da água em que as contagens médias para coliformes a 30°C demonstraram estar impróprias para o consumo (Borelli, 2002; Santos, 2010; Oliveira, 2014).

Por outro lado, o resultado do grupo dos coliformes a 45°C ficou dentro do estabelecido pela legislação que preconiza sua ausência (Minas Gerais, 2002b). Santos (2010) e Oliveira (2014) encontraram valores médios semelhantes, no entanto, Borelli (2002) na região do Serro e Oliveira (2011) no município de São João Del Rei relataram que todas as amostras de água analisadas dessas regiões revelaram a presença de coliformes termotolerantes quando realizadas pelo método do número mais provável.

A legislação não estabelece parâmetros para a pesquisa de *Staphylococcus* spp. em água, no entanto, esse trabalho apontou contagens medianas baixas para *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo e *Staphylococcus* spp. no período das chuvas na seca.

Oliveira (2014), ao avaliar a água de abastecimento das queijarias na região do Campo das Vertentes encontrou contagens baixas de <1 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positivo.

A legislação do queijo Minas artesanal também não propõe a análise da água para pesquisa de mesófilos aeróbios, mas a Portaria da ANVISA nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 estabelece como limite a contagem de 5×10^2 UFC/g para potabilidade de água (Brasil, 2011b). Neste trabalho, as contagens medianas de mesófilos aeróbios da época das chuvas e da seca estão de acordo com essa legislação. Embora não tenha sido percebido diferença estatística entre os períodos ($p < 0,05$), numericamente na época das chuvas foi observada uma contagem um pouco maior que na época seca. Resultado semelhante foi apontado no trabalho na região do Campo das Vertentes, em que a contagem de mesófilos aeróbios na água da época das chuvas foi maior que o da seca (Oliveira, 2014).

Embora seja muito pouco relatada na literatura, a presença de BAL em água foi observada nesse trabalho. As contagens medianas foram baixas, com exceção de BAL em ágar M17 na época seca que foi maior ($p < 0,05$) que a época das chuvas e apresentou valor de $2,0 \times 10^2$ UFC/g. Uma maior contagem mediana de BAL em ágar M17 pode ser justificada porque esse meio não é seletivo apenas para bactérias ácido-láticas, podendo estar presentes outros microrganismos de origem ambiental. Pesquisa desenvolvida com água do Campo das Vertentes também revelou contagens reduzidas de BAL em ágares MRS (<1 UFC/g na seca e $5,5 \times 10^0$ UFC/g na chuva) e M17 (4×10^0 UFC/g na seca e <10 UFC/g na chuva) (Oliveira, 2014). Esses dados comprovam que mesmo a água sendo tratada, existe a possibilidade de ser fonte de BAL, ainda que em quantidades menores.

A água de abastecimento das queijarias é proveniente principalmente de nascentes e durante o período chuvoso é comum que a sua qualidade apresente interferência em função de contaminações ambientais. Portanto, nesse trabalho seria esperado que a água da época seca apresentasse melhores condições microbiológicas gerais, o que foi comprovado pelos resultados. Provavelmente, o cloro residual presente não foi suficiente para manter a água isenta de microrganismos.

Na produção do queijo Minas artesanal, a água é utilizada para limpeza das instalações, na higienização de materiais e utensílios, sanitização das mãos dos manipuladores e na toailete do queijo, deste modo, é de grande importância que seja isenta de contaminantes. Visando evitar contaminações como as que foram constatadas, é importante que os produtores verifiquem a eficiência do sistema de cloração e se o local de captação da água está devidamente protegido de contaminações e do acesso de animais.

5.3.2. Qualidade físico-química da água

Os resultados médios das análises físico-químicas da água estão descritos na Tabela 9. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores médios encontrados, com exceção da alcalinidade que se apresentou diferente ($p < 0,05$) entre as épocas de produção.

Tabela 9. Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros físico-químicos encontrados em amostras de água de queijarias da região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.

Parâmetros físico-químicos	Chuvas			Seca	
	Padrão	x	CV (%)	x	CV (%)
pH mg/L	6,0 a 9,5	6,56	6,72	6,62	9,13
Cloro residual mg/L	2 a 3	4,14	97,82	2,90	159,56
Acidez mg/L	Até 120	7,27	75,63	11,33	50,32
Cloretos mg/L	Até 250	1,34	61,86	1,64	39,21
Dureza mg/L	Até 500	0,64	121,21	0,57	113,44
Alcalinidade mg/L	Até 250	18,45 ^a	89,69	8,7 ^b	73,42

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Os parâmetros físico-químicos da água também são pouco descritos na literatura abordando o queijo Minas artesanal, motivo pelo qual devem ser mais pesquisados para avaliar a influência que podem exercer na qualidade microbiológica da água e conseqüentemente do queijo.

Os valores médios de pH da água observados no período das chuvas e na seca estão dentro da variação estabelecida pela legislação que é de 6 a 9,5 mg/L (Brasil, 2011b). O pH fora do padrão pode causar corrosão de equipamentos, redução da eficácia do cloro e incrustações no encanamento.

Valores de pH da água foram descritos em estudos na região do Serro e de Araxá e apresentaram intervalos de 6,5 a 8,5 mg/L e 4,91 a 7,8 mg/L, respectivamente (Pinto e Araújo, 2004).

A avaliação dos valores médios de cloro residual indica concentração inadequada tanto na época das chuvas quanto na seca, uma vez que o valor estabelecido na legislação é de 2 a 3ppm de cloro ativo (Minas Gerais, 2002b). É importante que essa concentração seja alcançada, pois os valores acima e abaixo do recomendado são prejudiciais para manter a água de qualidade. A concentração acima de 2ppm de cloro residual elimina as bactérias indesejáveis da água, mas por outro lado, em concentração abaixo desse valor a eficiência dessa ação fica comprometida, permitindo que a água apresente contaminações e se tornando um agente de veiculação para o leite, para o soro-fermento e o queijo.

Os parâmetros de dureza, acidez, alcalinidade e cloretos das águas analisadas da região de Araxá estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Esses padrões são importantes de serem mantidos, pois em concentrações inadequadas podem interferir na eficiência da limpeza dos equipamentos e dos produtos utilizados.

Os coeficientes de variação dos valores médios físico-químicos apresentaram grande instabilidade, com exceção para o pH que foi o mais baixo. Essa oscilação foi devida à variação encontrada nos valores individuais nos valores individuais físico-químicos encontrados na água de cada produtor e reflete as diferenças existentes no tratamento da água realizado entre os produtores que abastece as queijarias.

5.3.3. Enquadramento das análises de água quanto à legislação

O número e o percentual de enquadramento na legislação das amostras individuais de água colhidas nas queijarias da região de Araxá estão descritos na Tabela 10. A legislação estadual do queijo Minas artesanal determina que os parâmetros físico-químicos e microbiológicos sejam aqueles estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde – MS de 12 de dezembro de 2.011 e pelo Decreto Estadual nº 42.645 (Brasil, 2011 e Minas Gerais, 2002b).

Tabela 10. Número de amostras individuais de água das queijarias da região de Araxá e percentuais (%) de enquadramento na legislação (dentro e fora) quanto aos parâmetros estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 42.645 e Portaria Federal nº 2.914

Parâmetros microbiológicos e físico-químicos	Chuvvas		Seca	
	Dentro	Fora	Dentro	Fora
pH	5 (83,33%)	1 (16,66%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)
Cloro residual	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)
Acidez	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
Cloretos	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
Dureza	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
Alcalinidade	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
Coliformes totais (UFC/mL)	4 (66,66%)	2 (33,34%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)
Coliformes fecais ou termotolerantes (UFC/mL)	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
Mesófilos aeróbios (UFC/mL)	5 (83,33%)	1 (16,66%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)

As amostras de água das queijarias da região de Araxá foram avaliadas quanto ao parâmetro de pH e cloro residual. Apenas uma amostra ficou fora do padrão de pH, tanto na época das chuvas quanto na seca (Brasil, 2000a). Manter a água dentro do pH adequado possibilita que os sanificantes atuem na sua eficiência máxima, pois sabe-se que valores inadequados podem diminuir a eficácia desses produtos e causar corrosão na tubulação (Araújo, 2004). Segundo Andrade (1996), pH abaixo de 6 causa corrosão quando se utiliza o cloro como sanificante. Pinto (2004) ao avaliar a água de 33 propriedades na região do Serro, constatou que 100% das análises apresentavam o pH de acordo a legislação federal.

Individualmente, todas as amostras de água foram reprovadas quando se avaliou a presença de cloro residual, pois estavam fora da faixa recomendada pela legislação estadual que é de 2 a 3ppm. Essa informação assume importância significativa, pois a produção do queijo é processo artesanal e todas as queijarias avaliadas nesse estudo não dispõem de abastecimento público de água tratada, sendo responsabilidade do próprio produtor realizar o tratamento da água de abastecimento da unidade de produção. Porém, a cloração realizada por clorador de passagem nem sempre garante a concentração adequada do cloro (Martins, 2006). Os valores de cloro residual encontrados no trabalho justificam a ocorrência de microrganismos na água e medidas de correção para verificar o filtro e o clorador são necessárias.

Os parâmetros de acidez, alcalinidade, dureza e cloretos da água ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação (Brasil, 2000b).

Manter a qualidade microbiológica da água utilizada na queijaria é fundamental para se garantir a qualidade do queijo que será produzido, mas as amostras de água da região de Araxá analisadas nesse trabalho estavam 33,34% e 16,66% fora do padrão estabelecido de ausência em

100mL para coliformes totais, respectivamente, para os períodos de chuva e seca. Esses microrganismos são responsáveis por defeitos nos queijos. Possivelmente, o tratamento prévio na concentração adequada irá auxiliar na melhoria da qualidade da água dessas queijarias. Para coliformes fecais, todas as amostras estavam dentro do padrão. Esses resultados contrastam com o que foi encontrado por Araújo (2004) ao analisar a água de queijarias em Araxá em que 86% das amostras estavam impróprias e por Pinto (2004) na região do Serro que apontou que 50% das amostras estavam fora do padrão.

Embora a legislação estadual não preconize a avaliação de mesófilos aeróbios, utilizou-se a Portaria nº 2.914 de 2011 para avaliar esse parâmetro, o qual possui o padrão máximo de 5×10^2 UFC/mL para potabilidade da água (Brasil, 2000b). Tanto na época das chuvas quanto na seca, apenas um produtor apresentou o resultado acima do estipulado.

5.4. Avaliação microbiológica, microscópica e físico-química do leite da região de Araxá na época das chuvas e da seca

5.4.1. Qualidade microscópica e microbiológica do leite

As médias e os coeficientes de variação das contagens de células somáticas e contagem bacteriana total das amostras de leite de propriedades produtoras de queijo Minas artesanal da região de Araxá nos períodos das chuvas e da seca são apresentados na Tabela 11.

Assim como constatado para as análises de água e soro-fermento, não houve diferença ($p > 0,05$) para as contagens médias das amostras de leite da região de Araxá entre as épocas das chuvas e seca para os parâmetros CCS e CBT. Embora não haja diferença ($p > 0,05$), numericamente, os valores das médias de CCS e CBT foram maiores na época das chuvas em comparação com a seca, época em que a precipitação e a umidade foram mais altas, contribuindo para que o ambiente fosse mais contaminado e sujeito a maior proliferação bacteriana.

Os resultados das amostras de leite estão fora do padrão estabelecido pela legislação para produção de queijo a partir de leite cru para CCS nas duas épocas de produção e para CBT na época das chuvas (Minas Gerais, 2002b). Esses resultados estão de acordo com a realidade das propriedades, uma vez que durante a aplicação dos questionários percebeu-se que os produtores não possuem uma rotina de ordenha adequada, como utilização diária do teste da caneca de fundo escuro para identificação de mastite clínica, realização do teste de detecção de mastite sub-clínica (CMT), *pré* e *pós-dipping* com produtos adequados e na concentração desejada, bem como higienização apropriada do equipamento de ordenha.

Tabela 11. Valores médios e coeficientes de variação (CV) de Contagem de Células Somáticas - CCS e Contagem Bacteriana Total - CBT encontrados em amostras do leite de queijarias na região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.

Parâmetros microbiológicos e microscópicos	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	x	CV (%)
Contagem de Células Somáticas (UFC/mL)	775.170	79,70	632.670	54,77
Contagem Bacteriana Total (UFC/mL)	806.170	189,12	86.500	126,06

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Os produtores relataram que existem poucos casos de mastite nos animais, mas após avaliar os valores de CCS encontrados nesse trabalho, principalmente na época das chuvas, os quais se

encontram bastante elevados. Consta-se que essa situação não está sendo perceptível pelos produtores de queijo, tendo em vista que não há uniformidade nos procedimentos de prevenção e controle de mastite nos rebanhos das propriedades visitadas. Por outro lado, a ausência de mastite clínica acompanhada de alto valor de CCS, indica que, provavelmente, os animais das propriedades estão sendo acometidos por mastite sub-clínica. Animais com essa enfermidade tem menor produção leiteira, apresentam leite de pior qualidade e rendimento inferior, devido à presença de células que produzem enzimas proteases que são responsáveis pela desnaturação das proteínas, sobretudo da caseína, no leite e no queijo (Jensen, Blanc e Patton, 1995; Gigante, 2004; Banks, 2007). Essa situação acarreta prejuízos financeiros aos produtores, seja pelo valor gasto para tratamento, seja pela menor produtividade ou pelo menor rendimento na produção dos queijos (Gigante, 2004; Rapini *et al.*, 2003).

Medidas de correção devem ser adotadas para redução da CCS e controle de mastite no rebanho. Dentre as medidas, podemos destacar a desinfecção dos tetos antes e após as ordenhas, utilizar o teste da caneca de fundo escuro, o teste para identificação de mastite sub-clínica, tratamento de vacas secas, regular a pressão do vácuo da ordenhadeira e substituir as teteiras de acordo com os prazos estabelecidos pelo fabricante.

O coeficiente de variação observado entre as medianas de CCS das amostras de leite foi menor na época seca que aquele observado na época chuvosa, entretanto, foi elevado independentemente da época de produção. Isto é indicativo da ausência de padronização nos procedimentos de obtenção do leite e controle de mastite aplicado entre as propriedades rurais produtoras de queijo Minas artesanal, conforme foi constatado na aplicação dos questionários.

As contagens médias descritas para CBT na Tabela 11 indicam que as amostras de leite da região de Araxá estavam em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação na época seca (Minas Gerais, 2002b). Observou-se uma variação dos resultados entre os produtores de queijo Minas artesanal, tendo em vista que foram encontrados valores individuais acima do permitido pela legislação.

A presença de microrganismos no leite diminui a qualidade do queijo e representa um risco para a saúde pública, pois os queijos elaborados a partir de leite cru não passam por tratamento térmico para eliminação de possíveis contaminantes. Os resultados individuais apontados nesse trabalho com altas contagens bacterianas totais, sobretudo na época chuvosa, sugerem deficiências de higiene na obtenção de leite.

Os coeficientes de variação de CBT e CCS são normalmente maiores, o que pode ser comprovado observando-se as médias de CBT e CCS das amostras de leite da região de Araxá que foram bastante elevados nas épocas de produção. Esses altos valores de CV, independentemente da época de produção é indicativo da ausência de padronização nos procedimentos de obtenção do leite.

Resultados semelhantes de CCS e CBT foram encontrados em trabalho realizado no Campo das Vertentes (Oliveira, 2014). Nesta mesma pesquisa, as épocas do ano não influenciaram ($p < 0,05$) mudanças para esses parâmetros, assim como visto no presente trabalho.

Resende (2010), ao avaliar a qualidade do leite de queijarias localizadas em diferentes altitudes e diferentes graus de adequação na região da Canastra, encontrou médias de CBT acima do

permitido pela legislação. A CCS estava dentro dos padrões estabelecidos. Ainda assim, não houve diferença ($p>0,05$) entre as CCS do leite da região da Canastra.

As médias e os coeficientes de variação das amostras de leite de propriedades produtoras de queijo Minas artesanal da região de Araxá analisadas para os parâmetros de contagens de coliformes a 30°C, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, *Staphylococcus* spp. para a época da seca e BAL em ágar MRS e M17 na época das chuvas e da seca são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Valores médios e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros microbiológicos encontrados em amostras do leite de queijarias na região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.

Parâmetros microbiológicos	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	x	CV (%)
Coliformes a 30°C (UFC/mL)	-	-	$8,8 \times 10^3$	10,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)	-	-	$6,8 \times 10^1$	10,00
<i>Staphylococcus</i> spp. (UFC/mL)	-	-	$1,6 \times 10^5$	196,76
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/mL)	-	-	$1,4 \times 10^5$	235,57
<i>Staphylococcus</i> coagulase negativo (UFC/mL)	-	-	$2,5 \times 10^3$	154,70
BAL MRS (UFC/mL)	$4,2 \times 10^6$	110,05	$1,1 \times 10^8$	238,70
BAL M17 (UFC/mL)	$2,4 \times 10^6$	113,25	$2,5 \times 10^7$	171,52

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey ($p<0,05$).

Não houve influência ($p>0,05$) das épocas das chuvas e seca nas contagens das amostras de leite da região de Araxá para os parâmetros BAL em ágar MRS e M17, portanto, as condições climáticas observadas nas duas épocas não foram suficientes para proporcionar diferenças nas contagens microbianas. As contagens de coliformes a 30°C, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo e *Staphylococcus* spp. não foram realizadas no período chuvoso devido à perda de amostras (Tab. 12).

Dentre os microrganismos presentes no leite, podem ser destacados os deteriorantes e os patogênicos (Furtado, 1990). Conforme observado no trabalho, foram identificados representantes microbianos desses dois grupos em contagens elevadas (Tab. 14), comprovando que o leite de qualidade ruim pode ser fonte de contaminação.

Ao se avaliar os valores médios de CBT e CCS (Tab. 11) e os resultados das contagens médias microbianas do leite (Tab. 12), percebe-se uma presença de BAL, coliformes a 30°C e *Escherichia coli*. As altas contagens de coliformes a 30°C e *Staphylococcus* coagulase positivo corroboram que a higiene de ordenha é deficiente nas propriedades estudadas e que as contaminações têm origem ambiental e fecal. As origens dessas contaminações podem ser devido à higiene deficiente dos manipuladores, equipamento de ordenha e instalações mal higienizadas.

Os valores das contagens médias de *Escherichia coli* estão de acordo com os parâmetros legais. A legislação preconiza a enumeração de *Staphylococcus aureus* em leite, mas a técnica utilizada para detecção e contagem nesse trabalho indica apenas *Staphylococcus* coagulase positivo, portanto, o valor não é conclusivo quanto à adequação das amostras frente aos parâmetros legais (Minas Gerais, 2002b). Ainda assim, a contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo foi bastante alta.

A mastite é considerada uma das principais causas de contaminação do leite cru e a presença de *Staphylococcus aureus* está diretamente relacionada a essa enfermidade (Borges, 2008a). No período da seca foi observada contagem elevada de *Staphylococcus* coagulase positivo, resultado que nos remete a possibilidade de que o rebanho das propriedades analisadas seja portador desse microrganismo.

Por outro lado, ao avaliar os resultados das contagens dos microrganismos presentes no leite de propriedades produtoras de queijo Minas artesanal de Araxá, fica comprovado que a microbiota dominante do leite desta região é composta pelas bactérias ácido-láticas, o que é interessante para produção do queijo, conforme pode ser ratificado pelo trabalho de Sobral et al. (2013). Segundo os autores, ao estudar a qualidade do leite de Araxá para produção de queijo Minas artesanal, as contagens de BAL no leite e na massa do queijo foram semelhantes, demonstrando que a microbiota desejável presente no leite é repassada ao queijo. Oliveira (2014), ao avaliar a qualidade do leite da região do Campo das Vertentes, encontrou contagens médias de BAL em ágar MRS de $3,5 \times 10^6$ nas chuvas e $1,7 \times 10^5$ na seca. Para BAL em ágar M17 os valores médios foram $3,5 \times 10^6$ e $2,4 \times 10^6$, para períodos das chuvas e seca, respectivamente.

As contagens de coliformes a 30°C, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positivo e BAL encontrados em leite envolvendo a produção de queijo Minas artesanal estão bem descritos em trabalhos. Segundo Borelli et al. (2006), 50 % das amostras de leite da região do Serro estavam acima do permitido pela legislação.

A presença de *Staphylococcus* spp., como a que foi observada nesse trabalho, pode indicar mastite clínica no rebanho que além de gerar um leite de qualidade ruim, exige o tratamento dos animais com antimicrobianos. Embora seja recomendado respeitar o período de carência desses medicamentos, nem sempre essa recomendação é seguida. A presença de microrganismos resistentes a antimicrobianos é um caso de saúde pública. Rapini . (2004), ao avaliar cepas de *Staphylococcus* spp. de queijo de coalho comercializado em praias nordestinas, relataram resistência dessas bactérias a diversos antimicrobianos, como penicilina, tetraciclina, vancomicina e gentamicina, entre outros.

5.4.2. Qualidade físico-química do leite

Os resultados físico-químicos encontrados nas amostras de leite da região de Araxá estão descritos na Tabela 13. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as épocas da chuva e seca avaliados.

Tabela 13. Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros físico-químicos encontrados em amostras do leite de queijarias na região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.

Parâmetros físico-químicos	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	x	CV (%)
Gordura (%)	4,52	49,15	5,70	22,86
Proteína (%)	3,19	8,16	3,40	4,66
Lactose (%)	4,30	7,56	4,70	5,63
Sólidos Totais (%)	13,02	14,58	14,40	7,62
Extrato Seco Desengordurado (ESD) (%)	8,51	5,62	8,90	2,86

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A ausência de diferença ($p>0,05$) pode ser justificada por não haver grande variabilidade nas raças do gado utilizada na região, pouca diferença da alimentação fornecida aos animais e ausência de influência climática observada entre as duas épocas, o que pode ser comprovado pelos CV mais baixos, com exceção do CV da gordura na época das chuvas.

Todos os parâmetros físico-químicos estão dentro do preconizado pela legislação do queijo Minas artesanal (Minas Gerais, 2002b) e Instrução Normativa nº 62 (Brasil, 2011c). A concentração de gordura, que está um pouco mais alta, é característica desejada para produção de queijo artesanal e pode ser explicada pelo rebanho das propriedades avaliadas. Conforme constatado nas entrevistas e na observação de campo, o rebanho da região de Araxá é composto, majoritariamente, por animais azebuados, e que tradicionalmente apresentam maior teor de gordura que animais puro sangue Holandês. Outras raças utilizadas na produção de Queijo Minas artesanal também contribuem para que o teor de gordura do queijo seja mais alto. Ornelas (2005) justificou a maior concentração de gordura nas amostras de leite analisadas da região da Canastra pela presença de sangue Jersey.

Resultados semelhantes ao desse trabalho foram encontrados por Oliveira (2014), ao avaliar a qualidade do leite para produção de queijo Minas artesanal de rebanhos leiteiros da região do Campo das Vertentes.

Apesar de não ter sido observada diferença ($p>0,05$) nos valores médios para os resultados das análises físico-químicas entre os períodos de produção, foi constatada uma variação individual muito grande entre as fazendas estudadas e entre os períodos de produção nas fazendas. Essa diferença tem impacto na qualidade dos queijos, pois a ausência de padronização na matéria-prima leite reflete diretamente na falta de padronização do queijo e embora seja um produto artesanal, com particularidades intrínsecas à sua produção, uma uniformidade maior entre os queijos de uma mesma propriedade e região é desejada, possibilitando identificação do produto com a sua região de origem, como o selo de Identificação Geográfica.

5.4.3. Enquadramento das análises de leite quanto à legislação

O queijo Minas artesanal é produzido a partir de leite cru e por esse motivo a matéria-prima tem que ser de excelente qualidade. Diante desse aspecto, buscou-se julgar a qualidade do leite na região de Araxá que foi utilizado para produção dos queijos desse trabalho mediante a avaliação dos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas.

O número e o percentual de enquadramento na legislação das amostras de leite colhidas nas queijarias da região de Araxá estão descritos na Tabela 14. A legislação utilizada para verificar a aptidão do leite para a produção do queijo Minas artesanal foi o Decreto Estadual nº 42.645, que especifica os parâmetros e os padrões físico-químicos e microbiológicos que devem ser seguidos para o leite (Minas Gerais, 2002b). *Escherichia coli* e *Staphylococcus coagulase* positivo só foram analisados na época seca.

Tabela 14. Número de amostras de leite de queijarias da região de Araxá e percentuais (%) de enquadramento na legislação (dentro e fora) quanto aos parâmetros estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 42.645 e Instrução Normativa nº 62.

Parâmetros microbiológicos, microscópicos e físico-químicos	Chuvvas		Seca	
	Dentro	Fora	Dentro	Fora
Gordura (%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)	6 (100%)	0 (0%)
Lactose (%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)	4 (66,66%)	2 (33,34%)
Proteínas (%)	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
Sólidos Totais (%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)	6 (100%)	0 (0%)
Extrato Seco Desengordurado (ESD) (%)	3 (50%)	3 (50%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)
Contagem de Células Somáticas (UFC/mL)	5 (83,33%)	1 (16,66%)	1 (16,66%)	5 (83,33%)
Contagem Bacteriana Total (UFC/mL)	4 (66,66%)	2 (33,34%)	5 (83,33%)	1 (16,66%)
<i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	-	-	4 (66,66%)	2 (33,34%)
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/mL)	-	-	3 (50%)	3 (50%)

Para os parâmetros físico-químicos, observa-se que o teor de gordura foi enquadrado como dentro da legislação em 83,33% das amostras no período chuvoso e em 100% no período seco. O teor de lactose foi considerado como adequado em 83,33% para a época chuvosa e 66,66% para a época seca. O teor de sólidos totais também ficou dentro do preconizado pela legislação em 83,33% na chuva e 16,66% na seca, enquanto que o extrato seco desengordurado apresentou apenas 50% de regularidade e 83,33% na seca. Os percentuais de parâmetros físico-químicos que não apresentaram conformidade com a legislação podem ser justificados pela presença de mastite e por falhas na homogeneização durante as coletas, já que a alternativa de fraude deve ser descartada, pois os produtores não têm intenção de fraudar o próprio leite que constitui a principal matéria-prima para a produção do queijo.

A determinação dos parâmetros de CCS e a CBT apresentam indícios muito precisos sobre a saúde dos animais, a qualidade do leite e o ambiente de ordenha. Os resultados devem ser encarados positivamente pelos produtores como ferramentas para a melhoria do manejo e do sistema produtivo. Como pode ser verificado, os resultados para CCS apresentaram 83,33% de regularidade na época chuvosa, mas apenas 16,66% na época seca. Isso demonstra que além da qualidade do leite ter piorado de uma época para a outra, as práticas para controle e prevenção de mastite nas propriedades analisadas são irregulares. A CBT melhorou de uma época para a outra e apresentou regularidade de 66,66% e 83,33%, respectivamente para chuva e seca. Embora o índice tenha melhorado no período seco, é necessária uma melhoria contínua da higiene geral do estabelecimento e dos manipuladores.

Considerando o trabalho realizado com amostras de leite da região Canastra e que foram analisadas para CBT e CCS, o percentual que foi considerado dentro dos padrões legais exigidos foi 56% e 44% para CBT e 66% e 89% para CCS em propriedades cadastradas e não cadastradas, respectivamente (Resende, 2010). Pela avaliação desses resultados percebe-se que o cadastramento das propriedades e consequente melhoria na higiene de ordenha contribuíram para que a CBT fosse melhor, porém o mesmo achado não foi observado para CCS. De maneira geral, produtores ao optarem pela utilização da ordenhadeira mecânica podem negligenciar a higienização adequada do equipamento tornando-se fonte importante de contaminação entre os animais do rebanho.

A contagem de microrganismos no leite cru é um instrumento importante no controle da qualidade desse produto. A grande oferta de nutrientes, a grande atividade de água e o pH

próximo da neutralidade, fazem do leite um excelente meio para crescimento microbiano. Nesse experimento buscou-se avaliar a contagem de *Escherichia coli* e o índice de conformidade com a legislação foi de 66,66%. *Escherichia coli* é um microrganismo deteriorante e parâmetro utilizado como indicador de contaminações por agentes patogênicos. O trabalho realizado por Araújo (2004), em que se avaliou a qualidade do leite em 37 propriedades da região de Araxá, encontrou 100% de conformidade para *Escherichia coli*, enquanto que Pinto (2004) encontrou 86% das amostras dentro dos padrões legais.

A legislação preconiza a enumeração de *Staphylococcus aureus* em leite, mas técnica utilizada para detecção e contagem nesse trabalho é para *Staphylococcus* coagulase positivo, portanto o valor não é conclusivo quanto à adequação das amostras frente aos parâmetros legais.

5.5. Avaliação microbiológica do soro-fermento da região de Araxá na época das chuvas e da seca

Houve diferença ($p > 0,05$) entre as contagens medianas de *Staphylococcus* coagulase positivo e BAL em ágar M17, nas amostras analisadas de soro-fermento, para produção do queijo Minas artesanal de Araxá, entre as duas épocas estudadas, chuvas e seca (Tab. 15). Entretanto, as contagens medianas encontradas foram elevadas para a maioria dos microrganismos, com exceção dos coliformes a 45°C, nos dois períodos e *Staphylococcus* coagulase positivo, no período das chuvas.

A composição do soro-fermento é bastante variável de região para região e até de propriedade para propriedade, conforme observado nesse trabalho, o que pode ser explicado pela falta de padronização na utilização desse fermento. Volume, quantidade de sal, clima, temperatura, quantidade de microrganismos inicial e a competição entre os mesmos, influenciam positivamente e negativamente a microbiota do soro-fermento. Diante de tantos fatores, há grande variabilidade na população microbiana dos soros-fermentos, conforme constatado nos resultados encontrados e comprovado pelos altos valores dos coeficientes de variação.

Tabela 15. Medianas e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros microbiológicos encontrados em amostras de soro-fermento em queijarias da região de Araxá-MG na época das chuvas e seca.

Parâmetros microbiológicos	Chuvas		Seca	
	mediana	CV (%)	mediana	CV (%)
Coliformes a 30° C (UFC/mL)	$2,4 \times 10^3$	104,02	$3,0 \times 10^2$	150,46
Coliformes a 45° C (UFC/mL)	$< 1,0 \times 10^2$ est.	241,30	$< 1,0 \times 10^2$ est.	231,00
<i>Staphylococcus</i> spp. (UFC/mL)	$8,5 \times 10^4$	108,80	$1,3 \times 10^4$	225,77
<i>S. coagulase</i> positivo (UFC/mL)	$< 1,0 \times 10^2$ est. ^b	0	$1,8 \times 10^3$ ^a	238,87
<i>S. coagulase</i> negativo (UFC/mL)	$8,5 \times 10^4$	108,80	$1,3 \times 10^4$	228,27
Bolores e leveduras (UFC/mL)	$1,3 \times 10^4$	234,57	$5,1 \times 10^4$	244,61
BAL MRS (UFC/mL)	$8,2 \times 10^6$	165,80	$4,5 \times 10^7$	129,92
BAL M17 (UFC/mL)	$1,0 \times 10^7$ ^b	183,85	$3,2 \times 10^8$ ^a	220,93

Medianas seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Friedman ($p < 0,05$).

A legislação do queijo Minas artesanal não determina parâmetros microbiológicos e nem físico-químicos para o soro-fermento, como são indicados para a água, leite e queijo. No entanto, o soro-fermento pode ser fonte de bactérias desejáveis, como as BAL, assim como de bactérias deteriorantes e patogênicas. Essa situação torna-se mais preocupante porque o soro-fermento coletado de um lote de queijos será utilizado na elaboração dos queijos do dia seguinte e caso

exista alguma contaminação, como as que foram observadas nesse estudo, a qualidade dos próximos produtos estará comprometida.

A época chuvosa normalmente oferece condições mais propícias ao crescimento bacteriano devido a maior umidade do ar, mas percebeu-se pelos resultados encontrados nessa pesquisa, que numericamente, as contagens medianas bacterianas foram maiores na época seca quando comparadas com a época chuvosa. Isso pode ser justificado porque na época das chuvas os produtores aumentam intencionalmente a concentração de NaCl no queijo para inibir o crescimento bacteriano, conforme também apresentado nos trabalhos desenvolvidos na região do Cerrado, os quais apontaram resultados semelhantes ao desse estudo. Entretanto, como já descrito na literatura, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* possuem maior tolerância ao sal do que outros microrganismos e podem estar presentes em contagens mais elevadas no soro-fermento (Pimentel Filho *et al.*, 2005; Nóbrega, 2007).

Bactérias do grupo dos coliformes a 30°C, quando presentes, podem resultar em modificações das características do queijo, tendo em vista que são microrganismos considerados deteriorantes. As medianas encontradas nas chuvas e na seca foram $2,4 \times 10^3$ e $3,0 \times 10^2$, respectivamente. Embora não tenha apresentado diferença estatística ($p < 0,05$), a contagem um pouco mais alta no período das chuvas pode ser justificada porque nesse período foram maiores a precipitação e a umidade relativa do ar, o que favorece uma maior multiplicação bacteriana. Por outro lado, os ventos mais fortes na época seca auxiliam na evaporação mais rápida dos queijos e conseqüente inibição dos microrganismos indesejáveis. A presença de ventos também pode ter um efeito negativo, pois na época seca quando os mesmos são mais frequentes pode ser responsável por carregar pequenas partículas de sujeira para dentro da queijaria e, conseqüentemente, coliformes. Coliformes a 45°C também foram encontrados nas amostras de soro-fermento, mas em menor quantidade, $< 1,0 \times 10^2$ est. nas chuvas e na seca. Resultados apontados por Pimentel Filho *et al.* (2005) indicaram valores médios para o fermento endógeno analisado na microrregião do queijo Minas artesanal do Cerrado de $6,3 \times 10^2$ UFC/ml para coliformes totais e $1,0 \times 10^1$ UFC/mL para coliformes termotolerantes. Oliveira (2014) encontrou valores um pouco mais baixos do que os que foram apresentados nesse estudo para coliformes a 30°C e mais altos para coliformes a 45°C, quando avaliou soro-fermento da região do Campo das Vertentes. Os valores médios para coliformes a 30°C foram $8,8 \times 10^2$ UFC/mL nas chuvas e $2,4 \times 10^2$ UFC/mL na seca e para coliformes a 45°C, $3,6 \times 10^2$ e $2,3 \times 10^2$, para as chuvas e seca, respectivamente.

Observou-se que os coliformes a 30°C e a 45°C foram encontrados na maior parte das análises realizadas dos períodos avaliados e em uma ampla faixa de contagem. As contagens variaram para os coliformes a 30°C de $< 1,0 \times 10^1$ UFC/mL a $9,0 \times 10^3$ UFC/mL e de $< 1,0 \times 10^1$ UFC/mL a $1,8 \times 10^4$ UFC/mL, nas épocas das chuvas e seca, respectivamente e para coliformes a 45°C de $< 1,0 \times 10^1$ UFC/mL a $4,0 \times 10^2$ UFC/mL nas chuvas e $< 1,0 \times 10^1$ UFC/mL a $1,0 \times 10^2$ UFC/mL nas secas. Isso corrobora que as características do fermento endógeno não são uniformes entre as propriedades analisadas, mesmo estando em uma mesma região. Além disso, quando os queijos de uma fazenda ficam ruins, o produtor recolhe o soro-fermento em outra queijaria para corrigir seu queijo, mas desconhece o fato de que essa prática pode trazer outros problemas como a alteração da microbiota no seu estabelecimento. Resultados semelhantes foram apresentados em trabalho na Serra da Canastra por Nóbrega (2007). Segundo o autor, a determinação da concentração dos coliformes, assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de existência de outros microrganismos patogênicos.

Apesar da contagem mediana encontrada para *Staphylococcus* coagulase positivo ter sido baixa na época das chuvas, as medianas para o gênero *Staphylococcus* foram muito altas nas duas épocas nas amostras de soro-fermento analisadas. Esses resultados evidenciam que o soro-fermento pode ser uma fonte desses microrganismos e, como o soro permanece dentro da queijaria em temperatura ambiente até ser utilizado no dia seguinte na produção dos queijos, o risco torna-se maior, tendo em vista que essas bactérias podem se multiplicar durante esse tempo e produzir toxinas. Uma alternativa viável para controlar a qualidade do fermento endógeno é mantê-lo refrigerado até momentos antes da utilização.

A presença de *Salmonella* spp. nos alimentos deve ser controlada, motivo pelo qual a legislação preconiza ausência nos queijos. Visando rastrear a origem de possíveis contaminações em amostras de queijo, o soro-fermento foi submetido a análise desse microrganismo; porém, o mesmo não foi detectado. Foi verificada também a ausência desse microrganismo nas amostras de fermento endógeno da região do Campo das Vertentes (Oliveira, 2014). A ausência dessas bactérias pode ser explicada pelo poder de inibição das BAL, conforme foi constatado por Borelli (2002), quando vários isolados de cepas presentes no queijo da Canastra foram capazes de produzir substâncias antagonistas contra *Salmonella enterica* sbsp. *enterica* sorotipo Typhimurium. No entanto, uma das amostras de soro-fermento de oito produtores do Cerrado apresentou-se positiva na época das chuvas (Nóbrega, 2007).

O soro-fermento é uma das principais fontes de BAL, bolores e leveduras. As contagens medianas altas de BAL em ágar MRS e M17, bolores e leveduras nos queijos Minas artesanais de Araxá ratificam essa premissa que a microbiota dominante do soro-fermento é composta por esses microrganismos. As BAL contribuem para diminuição do pH devido à produção de ácido láctico e produzem bacteriocinas, ambos os mecanismos são responsáveis por inibir a microbiota deteriorante e patogênica no fermento endógeno e no queijo (Perin e Moraes, 2012). Essas informações também são descritas em outras pesquisas desenvolvidas em diversas regiões de produção do queijo Minas artesanal no Estado (Borelli, 2002; Nóbrega, 2007; Oliveira, 2014). Os bolores e as leveduras também têm importância significativa no processo de produção do queijo, pois podem ser indesejáveis e comprometer a qualidade do queijo, ou desejáveis, melhorando as características do produto por colaborar na proteólise e na elevação do pH da massa, mecanismos que contribuem para a produção de substâncias aromáticas, textura e sabor.

5.6. Avaliação microbiológica e físico-química do queijo Minas artesanal da região de Araxá na época das chuvas e da seca

Os diferentes períodos de maturação e as distintas épocas do ano de produção foram avaliados para medir a influência desses fatores nas características microbiológicas e físico-químicas do Queijo Minas Artesanal de Araxá - MG. As médias (\bar{x}), medianas e coeficientes de variação (CV) dos resultados das análises são apresentados a seguir.

5.6.1. Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal

5.6.1.1. Coliformes a 30°C

Os resultados de contagens de coliformes a 30°C em queijos coletados na época da chuva e seca apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação. (Tab. 16). Os valores das medianas das contagens de coliformes a 30°C no primeiro e no sétimo dia de produção foram semelhantes ($p > 0,05$), mas diferentes em relação aos demais dias de maturação ($p < 0,05$).

Tabela 16. Valores médios (\bar{x}), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de coliformes a 30°C em Queijo Minas Artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de Maturação	Chuvas			Seca		
	\bar{x}	mediana	CV (%)	\bar{x}	mediana	CV (%)
1	$7,3 \times 10^4$	$6,4 \times 10^3^A$	187,9	$2,8 \times 10^4$	$6,2 \times 10^3^A$	156,61
7	$1,8 \times 10^4$	$3,3 \times 10^3^{AB}$	195,72	$5,9 \times 10^3$	$7,8 \times 10^2^A$	209,4
14	$1,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2^{BCa}$	178,06	$2,4 \times 10^1$	$1,7 \times 10^1^{BCb}$	95,61
22	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^1^C$	172,54	$2,5 \times 10^1$	$1,2 \times 10^1^{BC}$	104,91
29	$1,8 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}^C$	201,39	$7,5 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}^C$	81,6
43	$4,6 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}^C$	148,55	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}^C$	0
57	$1,1 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}^C$	120,13	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ est.}^C$	0

Medianas seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Friedman ($p < 0,05$).

As contagens de coliformes a 30°C foram mais altas nos queijos recém-produzidos e com sete dias de maturação. Investigando as possíveis fontes de contaminação, percebe-se que tanto o leite apresentou uma mediana alta para coliformes a 30°C ($2,4 \times 10^4$ UFC/mL na seca) quanto o soro-fermento ($2,4 \times 10^3$ UFC/mL nas chuvas e $3,0 \times 10^2$ na seca) podem ser responsáveis pelas contagens elevadas destes microrganismos nos queijos. Nesse trabalho a água não foi considerada como contaminante principal, pois não apresentou uma contagem mediana alta para coliformes a 30°C. Outros focos de contaminação poderiam ser os manipuladores, utensílios e equipamentos.

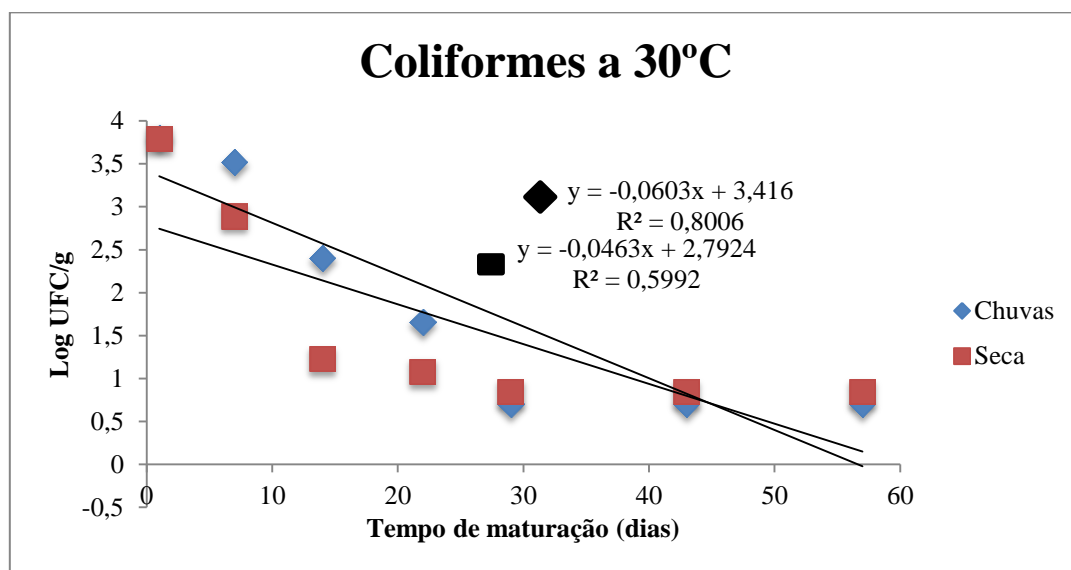
Como já mencionado, a maturação, tanto no período da chuva quanto na seca, foi eficiente ($p < 0,05$) para redução da contagem de coliformes a 30°C, tendo em vista que no primeiro dia de produção apresentou valor acima do permitido pela legislação estadual (Minas Gerais, 2008) e, no sétimo dia, a contagem atingiu o parâmetro legal, diminuindo progressivamente ao longo da maturação até valores próximos de zero.

O trabalho realizado por Martins (2006) apontou que os queijos da região do Serro atingiram o parâmetro proposto pela legislação aos 13 dias de maturação para coliformes a 30°C enquanto que Doris (2007) indicou dez dias de maturação para os queijos da Canastra, porém, os parâmetros foram baseados no Decreto nº 42.645 de 2002, data anterior ao Decreto nº 44.864 de 1º de agosto de 2008, que altera os valores máximos permitidos para esses microrganismos. O Decreto nº 44.864 determina limites mais rígidos para coliformes a 30° e a 45°C (Minas Gerais, 2002b e 2008).

Quando se comparou a influência da época de produção do queijo entre os períodos de maturação frente à qualidade microbiológica na contagem de coliformes a 30°C, foi observado que o único período que foi influenciado ($p < 0,05$) foi aos 14 dias de maturação. Nesse período,

o resultado mais baixo foi o encontrado na época seca, levando à conclusão que as características dessa época, como temperatura mais alta, velocidade do vento mais forte e umidade e precipitação mais baixas, foram significativas para que a contagem microbiana fosse menor.

Observando a diminuição dos valores das medianas ao longo dos 57 dias de maturação (Fig. 12), evidencia-se que os fatores que ocorrem durante o período de maturação do queijo Minas artesanal de Araxá, como ação das bactérias ácido-láticas, a diminuição da umidade e o aumento da concentração de NaCl, entre outros, podem ser determinantes para a diminuição da contagem de coliformes 30°C do produto.



**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

Figura 12. Evolução da contagem de coliformes a 30° C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

De maneira geral, esses resultados se assemelham aos encontrados por Martins (2006), que demonstrou que houve correlação ($p < 0,05$) entre o período de maturação e a época de produção nas contagens de coliformes a 30°C, sendo o período das chuvas com as maiores contagens. Essas contagens mais altas foram observadas, principalmente, no início da maturação.

5.6.1.2. Coliformes a 45°C

Os resultados apresentados na Tabela 17 indicam que não houve diferença ($p > 0,05$) entre os valores das medianas nos períodos de maturação tanto na época das chuvas quanto na seca e a época de produção do queijo também não influenciou ($p > 0,05$) as contagens de coliformes a 45°C em queijo Minas artesanal de Araxá durante a maturação.

As medianas das contagens de coliformes a 45°C foram baixas no início do processo de maturação, o que pode justificar a ausência de diferença ($p > 0,05$) entre os períodos de maturação dentro das épocas de produção dos queijos. As contagens medianas de coliformes a

45°C nas amostras de água, soro-fermento e leite também se apresentaram baixas, o que justifica as contagens iniciais reduzidas nos queijos.

Tabela 17. Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de coliformes a 45°C em Queijo Minas Artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvas			Seca		
	X	Mediana	CV (%)	x	Mediana	CV (%)
1	$7,8 \times 10^2$	$5,2 \times 10^1$	182,33	$3,2 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$ est.	241,13
7	$3,5 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$ est.	228,56	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	231,93
14	$8,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$ est.	243,42	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0
22	$1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$ est.	233,72	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0
29	$1,8 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$ est.	201,39	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0
43	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0
57	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0	$< 1,0 \times 10^1$ est.	$< 1,0 \times 10^1$ est.	0

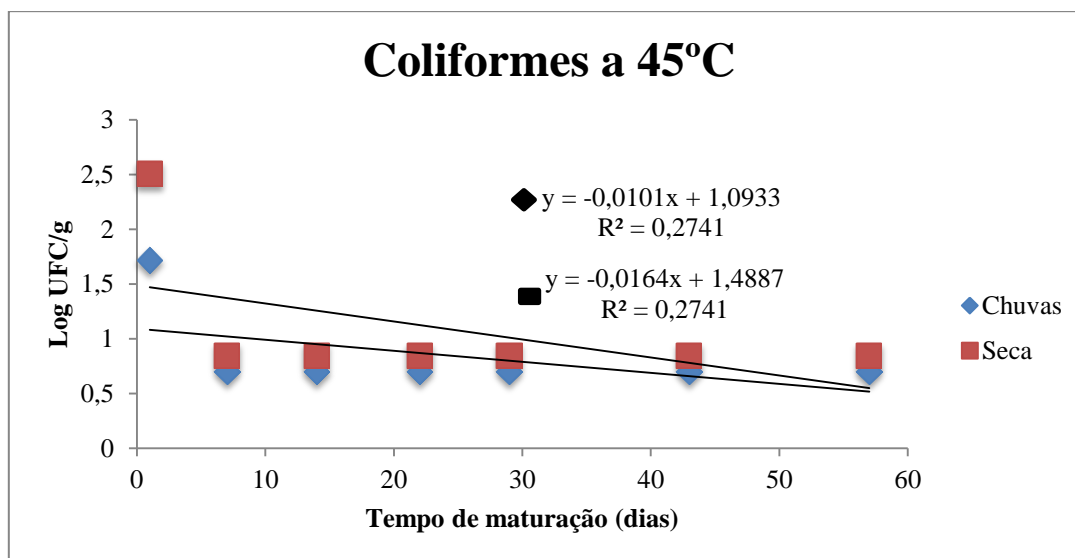
Medianas seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Friedman ($p < 0,05$).

De forma geral, as medianas das contagens mais baixas de coliformes a 45°C no queijo Minas artesanal demonstram ausência de contaminação fecal nos queijos.

De acordo com os valores de mediana apresentados na Tabela 17, percebe-se que nesse trabalho os parâmetros legais para coliformes a 45°C foram alcançados logo no primeiro dia de produção (Minas Gerais, 2008).

O trabalho realizado por Martins (2006) apontou que os queijos da região do Serro atingiram o parâmetro proposto pela legislação aos 17 dias de maturação para coliformes a 45°C enquanto que Doris (2007) indicou 13 dias de maturação para os queijos da Canastra; porém, os parâmetros foram baseados no Decreto nº 42.645 de 2002, data anterior ao Decreto nº 44.864 de 1º de agosto de 2008, que altera os valores máximos permitidos para esses microrganismos. O Decreto nº 44.864 determina limites mais baixos e rígidos para coliformes a 30° e a 45°C (Minas Gerais, 2002b e 2008).

A evolução negativa das contagens de coliformes a 45°C durante a maturação encontrada nesse trabalho (Fig. 13) não foi observada por Oliveira (2014) quando avaliou o período de maturação do queijo Minas artesanal da região do Campo das Vertentes. Segundo o autor, a fonte da contaminação dos coliformes termotolerantes, por sua vez, continuou atuando sobre os queijos em maturação. Outro fator a ser considerado é que tais coliformes possivelmente foram mais resistentes quanto à presença de BAL e outros fatores, como acidez, e, assim, permaneceram na matriz do produto.



**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

Figura 13. Evolução da contagem de coliformes a 45°C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

5.6.1.3. *Staphylococcus* spp.

Os resultados da contagem de *Staphylococcus* spp. em queijo Minas artesanal de Araxá não apresentaram interação ($p > 0,05$) entre os períodos de maturação nos períodos das chuvas e seca (Tab. 18).

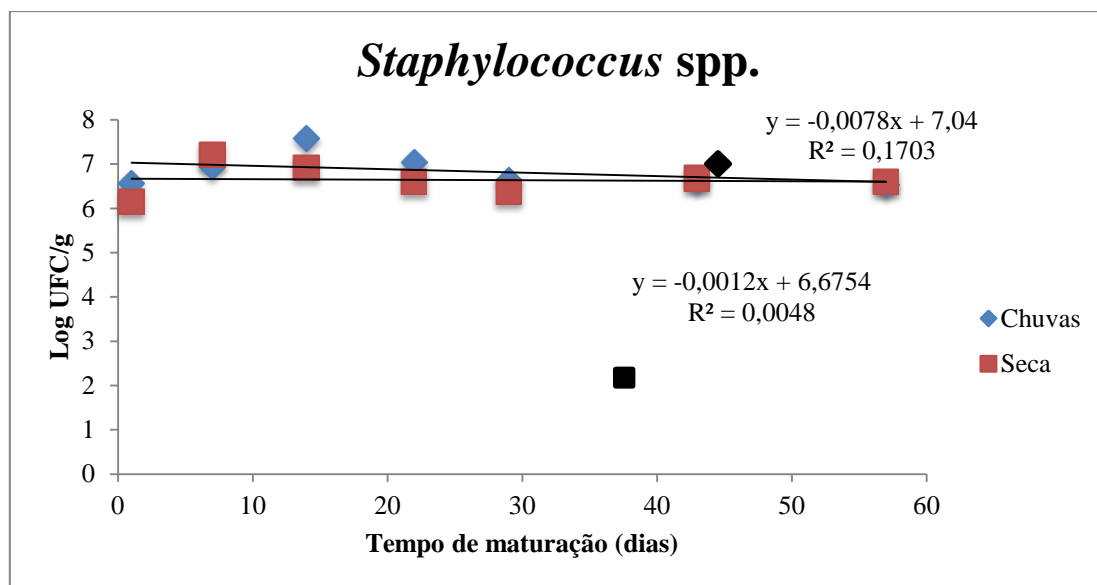
A época de produção do queijo influenciou ($p < 0,05$) a contagem de *Staphylococcus* spp. no 57º dia de maturação ao se comparar as medianas de cada data de maturação.

Tabela 18. Valores médios (\bar{x}), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de *Staphylococcus* spp. em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvas			Seca		
	\bar{x}	Mediana	CV (%)	\bar{x}	Mediana	CV (%)
1	$3,7 \times 10^6$	$5,0 \times 10^5$	217	$1,4 \times 10^6$	$4,1 \times 10^4$	212,04
7	$8,8 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	140,91	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^5$	242,88
14	$3,8 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$	127,53	$8,2 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	219,35
22	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	93,34	$4,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	130,26
29	$4,4 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	100,94	$2,4 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	106,66
43	$4,2 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	155,13	$4,7 \times 10^6$	$8,0 \times 10^5$	166,5
57	$3,4 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	140,44	$4,0 \times 10^6$	$9,5 \times 10^3$	243

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A maturação não foi eficiente para diminuir as contagens de *Staphylococcus* spp. Durante o período de maturação. Provavelmente, a ação das bactérias ácido-láticas com a produção de ácido lático e a mudança do pH, entre outros fatores, não foram suficientes para influenciar a diminuição da contagem desses microrganismos e permaneceu alta durante todo o período de maturação na época das chuvas e da seca (Fig. 14).



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 14. Evolução da contagem de *Staphylococcus* spp. em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

Entre os parâmetros microbiológicos da legislação do queijo Minas artesanal, também não está incluído a enumeração de *Staphylococcus* spp. (Minas Gerais, 2002b e 2008), no entanto, o presente trabalho optou por incluí-lo para conhecer o perfil da presença desses microrganismos no queijo e devido a sua importância microbiológica em alimentos.

5.6.1.4. *Staphylococcus* coagulase positivo

Os resultados das contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação para os queijos coletados na época seca (Tab. 19). Os valores das medianas da contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo mostram que os queijos a partir do sétimo dia de produção foram semelhantes ($p > 0,05$), mas diferentes em relação ao queijo recém-produzido ($p < 0,05$). Diferentemente, não houve efeito ($p > 0,05$) do período de maturação do queijo Minas artesanal de Araxá na época das chuvas.

Tabela 19. Valores médios (\bar{x}), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvas			Seca		
	\bar{x}	Mediana	CV (%)	\bar{x}	Mediana	CV (%)
1	$3,4 \times 10^6$	$8,0 \times 10^4$	238,78	$2,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^{4A}$	144,8
7	$3,5 \times 10^5$	$5,0 \times 10^2$	231,09	$1,6 \times 10^4$	$8,0 \times 10^{3AB}$	150,7
14	$1,6 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^3$ est.	244,80	$6,7 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^3$ est. ^B	241,2
22	$< 1,0 \times 10^3$ est.	$< 1,0 \times 10^3$ est.	0	$< 1,0 \times 10^3$ est.	$< 1,0 \times 10^3$ est. ^B	0
29	$2,3 \times 10^5$	$< 1,0 \times 10^3$ est.	244,93	$1,6 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^3$ est. ^B	244,8
43	$1,4 \times 10^5$	$< 1,0 \times 10^3$ est.	244,93	$5,3 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^3$ est. ^B	244,9
57	$5,5 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^3$ est.	160,03	$< 1,0 \times 10^3$ est.	$< 1,0 \times 10^3$ est. ^B	0

Medianas seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Friedman ($p < 0,05$).

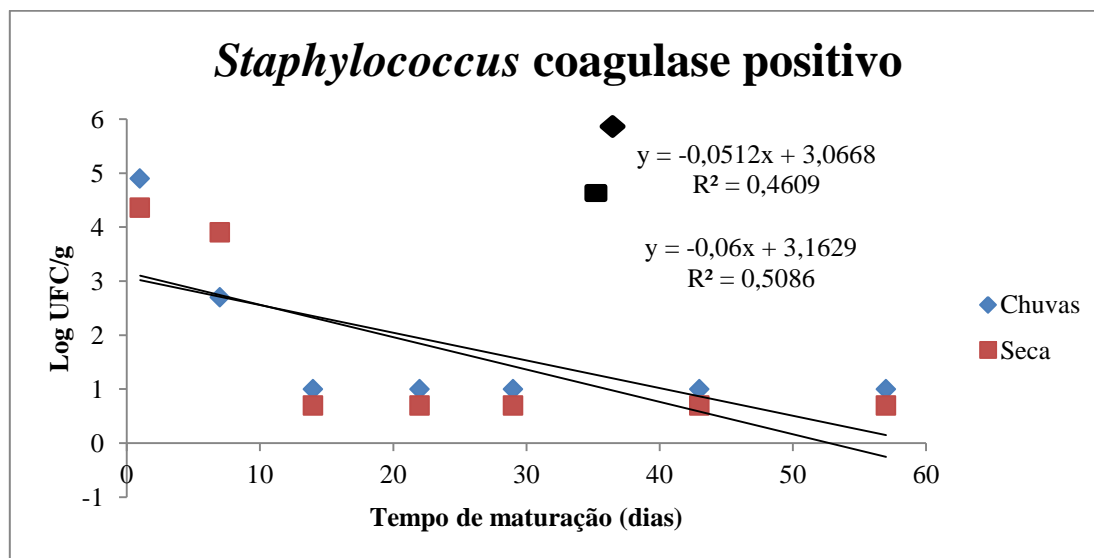
Os valores das medianas das contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo foram maiores nos queijos recém-produzidos. De acordo com as contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo do leite e do soro-fermento que foram utilizados para produção dos queijos, acredita-se que são prováveis fontes de contaminação, sobretudo o leite que apresentou no período da chuva altas contagens de células somáticas (CCS), o que indica presença de mastite no rebanho.

As contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo em queijos frescos também foram mais altas ($p < 0,01$) que as dos queijos maturados em estudos no Serro (Martins, 2006; Brant *et al.*, 2007). No trabalho, a época de produção não influenciou ($p > 0,05$) a mediana da contagem de *S.* coagulase positivo quando se comparou as medianas de cada período de maturação.

Quanto ao enquadramento legal, as contagens das medianas de *Staphylococcus* coagulase positivo nos queijos não atenderam aos parâmetros da legislação nos dois primeiros períodos de maturação (1º e 7º dia). Apenas a partir 14º dia, em ambos os períodos estudados, os requisitos legais foram alcançados e permaneceram estáveis até o final (Minas Gerais, 2002b).

O trabalho realizado por Martins (2006) apontou que os queijos da região do Serro atingiram o parâmetro proposto pela legislação aos 15 dias de maturação para *Staphylococcus* coagulase positivo enquanto que Dores (2007) indicou 22 dias de maturação para os queijos da Canastra, (Minas Gerais, 2002b). Oliveira (2014), em trabalho realizado com queijo do Campo das vertentes, apontou que na época da seca os tempos mínimos para adequação aos parâmetros microbiológicos foram de sete a 45 dias, dependendo da propriedade analisada. Na época das chuvas o tempo mínimo de maturação foi de sete dias, enquanto que o tempo máximo de maturação estudado de 60 dias não foi capaz de diminuir as contagens de coliformes totais e termotolerantes. Assim, até essa data, o produto continuou impróprio para consumo.

A evolução negativa das contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo durante a maturação está apresentada na Figura 15.



**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

Figura 15. Evolução da contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

5.6.1.5. *Staphylococcus* coagulase negativo

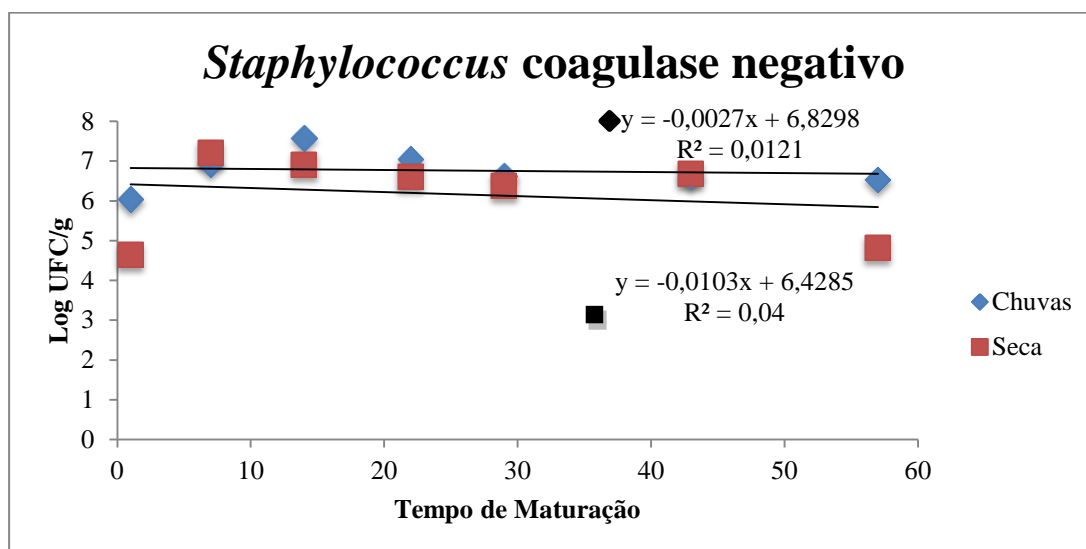
Os dados apresentados na Tabela 20 indicam os resultados das contagens de *Staphylococcus* coagulase negativo em queijo Minas artesanal de Araxá durante a maturação e nas épocas das chuvas e seca.

Tabela 20. Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de *Staphylococcus* coagulase negativo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvas			Seca		
	x	Mediana	CV (%)	x	Mediana	CV (%)
1	$1,1 \times 10^6$	$1,8 \times 10^5$	197,26	$4,3 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	156,27
7	$8,5 \times 10^6$	6×10^5	149,33	$1,6 \times 10^7$	$1,2 \times 10^5$	243,19
14	$3,8 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$	127,51	$8,2 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	219,46
22	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	93,34	$4,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	130,26
29	$4,2 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$	104,32	$2,4 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	106,66
43	$4,0 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	166,51	$4,7 \times 10^6$	$6,5 \times 10^5$	168,79
57	$3,4 \times 10^{6a}$	$1,8 \times 10^6$	143,81	$6,6 \times 10^{4b}$	$9,5 \times 10^3$	151,08

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os queijos maturados na época das chuvas e na seca não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre os períodos de maturação, conforme pode ser observado ao avaliar os valores médios entre o 1º ao 57º dia. Essa situação pode ser explicada pelo efeito da maturação nas duas épocas seca, em que a influência da temperatura e umidade mais favoreceram as contagens de *Staphylococcus* coagulase negativo (Fig. 16).



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 16. Evolução da contagem de *Staphylococcus* coagulase negativo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

Por outro lado, o efeito da época de produção apresentou diferença ($p < 0,05$), somente aos 57 dias de maturação, exibindo na época seca menor contagem de *Staphylococcus* coagulase

negativo. Provavelmente, a temperatura mais alta e a umidade mais baixa foram os principais motivos para a época seca apresentar essas características, pois proporcionaram uma menor disponibilidade de água nos queijos para crescimento bacteriano.

A legislação do queijo Minas artesanal não abrange a quantificação de *Staphylococcus* coagulase negativo (Minas Gerais, 2002b e 2008), entretanto, devido a importância desse microrganismo como contaminante e também por já ter sido relacionado com a produção de enterotoxinas (Carmo *et al.*, 2002), optou-se no presente trabalho por realizar a pesquisa desse agente.

5.6.1.6. Bolores e leveduras

Os resultados das contagens entre os períodos de maturação nas épocas das chuvas e da seca de bolores e leveduras em queijo Minas artesanal de Araxá são apresentados na tabela 21.

Na época das chuvas, as contagens de bolores e leveduras dos queijos com 7 e 14 dias de maturação apresentaram contagens de bolores e leveduras mais elevadas ($p < 0,05$) que a contagem verificada no primeiro dia. A partir do 22º de maturação os resultados foram semelhantes.

Na época da seca, as diferenças observadas foram que as contagens foram mais elevadas nos queijos com 7, 14 e 22 dias de maturação em relação às contagens nos queijos de 57 dias de maturação ($p < 0,05$). Adicionalmente, as contagens médias nos queijos com 7 dias foram mais elevadas ($p < 0,05$) que as contagens nos queijos de um dia.

Tabela 21. Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de bolores e leveduras em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

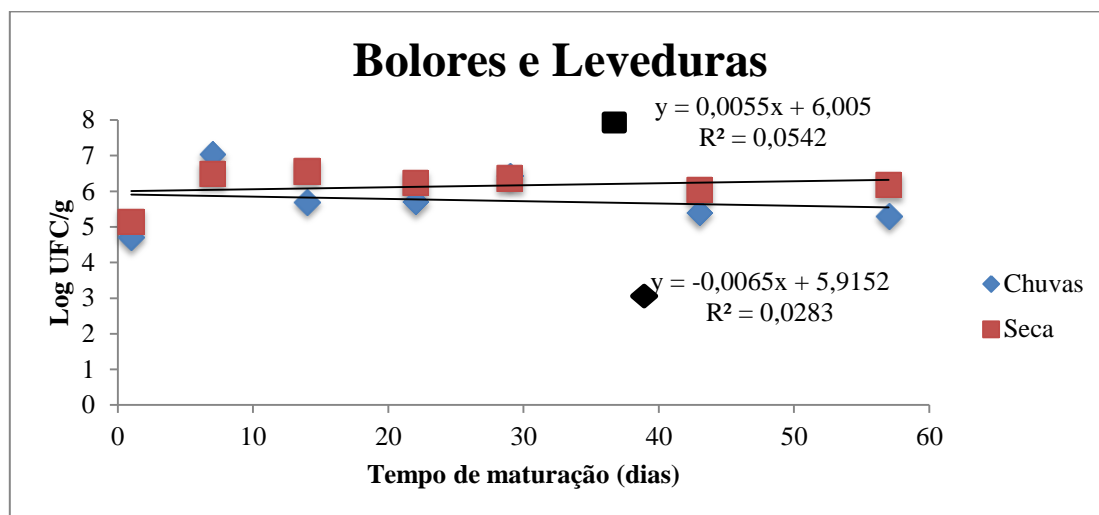
Dias de maturação	Chuvas			Seca		
	x	Mediana	CV (%)	x	Mediana	CV (%)
1	$5,1 \times 10^{4B}$	$5,5 \times 10^3$	184,36	$1,4 \times 10^{5BC}$	$8,0 \times 10^4$	141,07
7	$1,1 \times 10^{7A}$	$9,5 \times 10^6$	84,18	$3,0 \times 10^{7A}$	$7,3 \times 10^6$	194
14	$5,0 \times 10^{6A}$	$2,1 \times 10^6$	128,97	$3,6 \times 10^{6AB}$	$3,6 \times 10^6$	77,04
22	$5,1 \times 10^{5AB}$	$4,5 \times 10^5$	93,48	$1,7 \times 10^{6AB}$	$1,4 \times 10^6$	92,54
29	$2,7 \times 10^{6AB}$	$2,5 \times 10^5$	186,9	$2,3 \times 10^{6ABC}$	$6,0 \times 10^5$	134,76
43	$2,5 \times 10^{5AB}$	$6,5 \times 10^4$	143,16	$1,1 \times 10^{6ABC}$	$6,6 \times 10^5$	102
57	$2,0 \times 10^{5AB}$	$1,3 \times 10^5$	104,5	$1,5 \times 10^{6C}$	$4,0 \times 10^5$	136,32

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observa-se que a contagem média de bolores e leveduras inicialmente é menor, aumenta no meio da maturação e depois diminui até a concentração de 10^5 (Fig. 17) no final da maturação. No entanto, seriam esperadas contagens médias mais altas com tempo de maturação maior, pois normalmente durante esse processo ocorre redução de pH e umidade, condição que favorece esses microrganismos crescerem melhor.

Diferentemente desse trabalho, Oliveira (2014) não encontrou diferença ($p > 0,05$) entre as contagens de bolores em leveduras durante a maturação em queijos da região do Campo das Vertentes, mas numericamente o intervalo das contagens foi semelhante ao desse trabalho e

variaram de $1,2 \times 10^4$ a $2,5 \times 10^6$ UFC/g no período seco e 1×10^5 a $4,7 \times 10^6$ UFC/g no período das chuvas.



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 17. Evolução da contagem de Bolores e Leveduras em Queijo Minas Artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

A legislação do queijo Minas artesanal também não inclui entre os microrganismos a serem pesquisados as contagens de bolores e leveduras, mas o presente trabalho optou por incluí-los devido a sua grande importância durante a maturação, contudo, não foi analisado os gêneros que estão presentes.

5.6.1.7. Bactérias ácido-láticas em ágar MRS e M17

As Tabelas 22 e 23, apresentadas a seguir, descrevem os valores médios (\bar{x}), medianas e coeficientes de variação (CV) das contagens de BAL em ágar MRS e M17 em queijo Minas artesanal de Araxá-MG, durante o período de maturação nas épocas das chuvas e seca.

Tabela 22. Valores médios (\bar{x}), medianas e coeficientes de variação (CV) da contagem de bactérias ácido-láticas em ágar MRS em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvras			Seca		
	\bar{x}	Mediana	CV (%)	\bar{x}	Mediana	CV (%)
1	$1,4 \times 10^8$	$8,4 \times 10^7$	114,56	$3,9 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	156,87
7	$6,9 \times 10^7$	$3,6 \times 10^7$	120,37	$2,5 \times 10^7$	$8,2 \times 10^6$	167,04
14	$5,8 \times 10^7$	$4,1 \times 10^7$	74,58	$1,4 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$	70,92
22	$2,9 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$	97,59	$4,0 \times 10^7$	$4,0 \times 10^7$	60,35
29	$2,1 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$	48,84	$3,1 \times 10^7$	$3,1 \times 10^7$	97,87
43	$1,1 \times 10^7$	$8,3 \times 10^6$	83,07	$8,6 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	161,89
57	$7,8 \times 10^6$	$5,8 \times 10^6$	113,49	$6,4 \times 10^6$	$4,6 \times 10^6$	89,52

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve influência da época de produção nas contagens de BAL em ágar MRS ($p > 0,05$). Constata-se uma tendência de redução nas contagens microbianas a partir de 29 dias de

maturação, pois se sugere que a produção de ácido láctico pelas próprias BAL e a consequente diminuição do pH do queijo exerceu efeito inibitório nesta população.

Possivelmente, o leite e o soro foram as principais fontes de BAL em ágar MRS do queijo Minas artesanal de Araxá, pois o leite apresentou contagens de $4,2 \times 10^6$ e $1,0 \times 10^8$ UFC/g, na época das chuvas e seca, respectivamente, enquanto que o soro-fermento endógeno revelou contagens de $6,2 \times 10^7$ e $1,1 \times 10^8$ UFC/g nas mesmas épocas. Por outro lado, a água das queijarias não representou uma fonte significativa de BAL MRS ($3,0 \times 10^0$ UFC/mL na chuva e $2,8 \times 10^1$ UFC/mL na seca), provavelmente em função da presença de cloro e ausência de nutrientes para a sua sobrevivência.

Tabela 23. Valores médios (x), medianas e coeficientes de variação (CV) de bactérias ácido-láticas em ágar M17 em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvas			Seca		
	x	Mediana	CV (%)	x	Mediana	CV (%)
1	$3,4 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	118,82	$2,1 \times 10^{9A}$	$4,7 \times 10^8$	185,78
7	$1,4 \times 10^7$	$6,6 \times 10^6$	117,42	$4,3 \times 10^{7ABC}$	$5,2 \times 10^7$	169,67
14	$9,5 \times 10^7$	$8,3 \times 10^6$	207,22	$3,3 \times 10^{9AB}$	$2,5 \times 10^7$	153,83
22	$1,4 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$	67,98	$1,0 \times 10^{7BCD}$	$1,0 \times 10^7$	92,1
29	$1,0 \times 10^7$	$9,5 \times 10^6$	67	$6,1 \times 10^{6CD}$	$2,8 \times 10^6$	136,20
43	$9,8 \times 10^{6a}$	$8,6 \times 10^{6a}$	70,92	$7,3 \times 10^{6Db}$	$3,6 \times 10^6$	145,58
57	$2,7 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$	63,37	$7,0 \times 10^{6BCD}$	$2,1 \times 10^6$	152,92

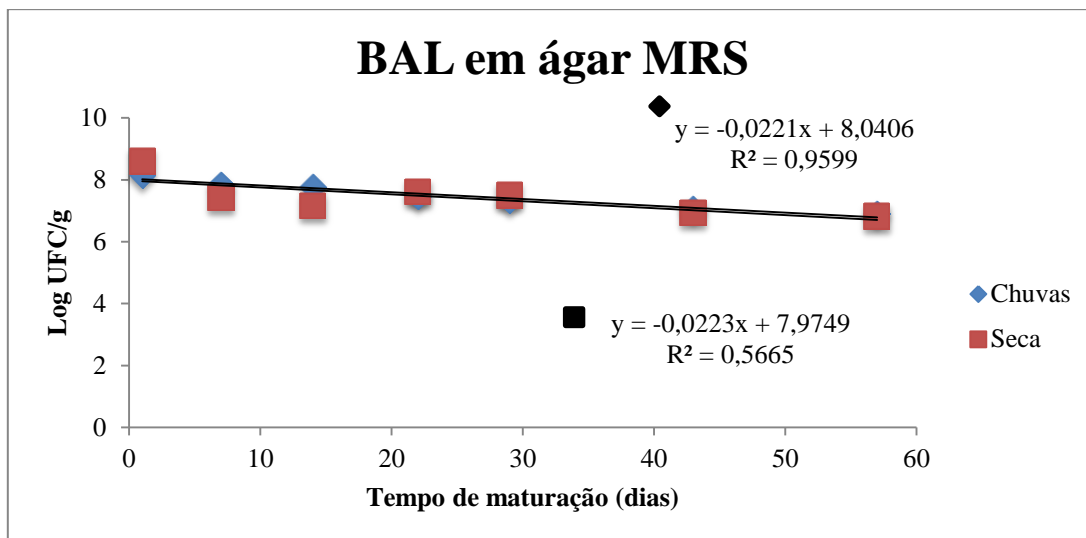
Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para a contagem de BAL em ágar M17 observou-se diferença ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação na época seca.

Existe diferença ($p < 0,05$) entre as contagens de BAL em ágar M17 na época chuvosa e seca no 43º dia de maturação, sendo que a contagem do período seco é menor, provavelmente influenciados pelo efeito da acidez, temperatura ambiente e umidade.

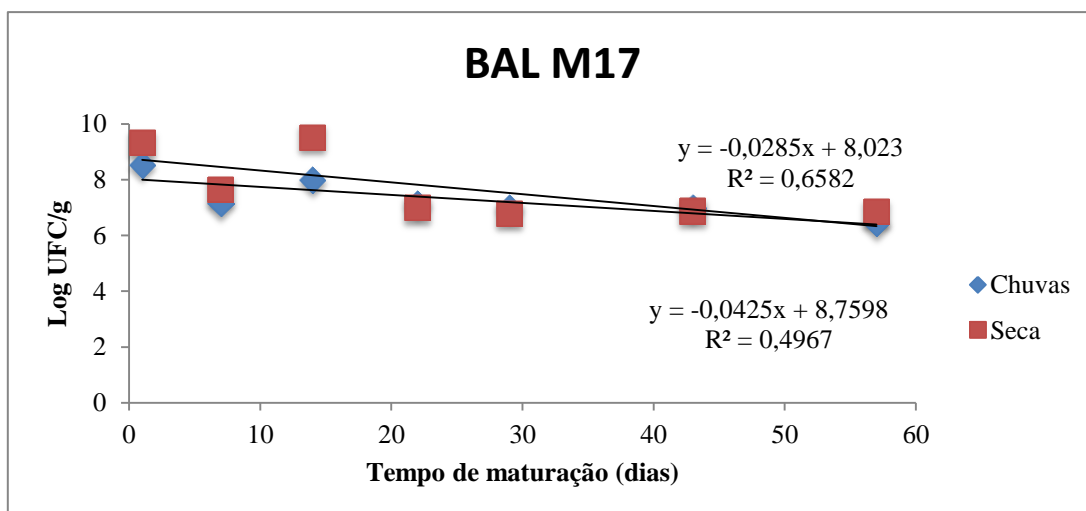
BAL em ágar MRS e M17 não são determinados na legislação, mas possuem importância significativa durante a maturação devido à produção de bacteriocinas e a capacidade de diminuição do pH, características que contribuem para inibição do crescimento de alguns microrganismos deteriorantes e patogênicos no queijo (Oliveira, 1999; Alexandre, 2002). Além disso, são responsáveis por conferir ao queijo sabor e textura característicos do queijo Minas artesanal de Araxá.

Os resultados encontrados nesse trabalho confirmam que a microbiota dos queijos artesanais é composta preponderantemente pelas bactérias ácido-láticas que permaneceram em contagens elevadas durante a maior parte do período de maturação, diminuindo a partir de 29 dias de maturação (Figs. 18 e 19).



**Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 18. Evolução da contagem de BAL em ágar MRS em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 19. Evolução da contagem de BAL em ágar M17 em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

Os altos valores de coeficientes de variação observados em todas as análises microbiológicas do queijo Minas artesanal de Araxá era esperado por se tratar de contagens bacterianas. No entanto, também podem ser explicados devido à grande variabilidade de produção dos queijos existente entre os produtores, mesmo que localizados em uma mesma região. A quantidade de sorofermento, coalho e sal utilizados, o tempo de coagulação, a forma de quebra da massa, o tamanho das partículas coaguladas e a pressão exercida durante o processo de espremer o queijo são diferentes e conferem características físico-químicas e microbiológicas próprias para estes produtos.

5.6.1.8. *Salmonella* spp. e *Listeria* spp.

Salmonella spp. foi detectada somente em um queijo de uma propriedade no 22º dia de maturação na época das chuvas. O mesmo microrganismo não foi encontrado em nenhuma das amostras de soro-fermento e em nenhum outro queijo do mesmo produtor, tanto na época das chuvas quanto da seca. Diante do exposto, supõe-se que o produto tenha sido recontaminado pelo após a sua produção durante a manipulação pelo produtor, que eventualmente possa ser portador assintomático ou tenha apresentado hábitos de higiene insatisfatórios naquele momento. Isso comprova que os cuidados nas boas práticas de produção do queijo Minas artesanal devem compreender todas as etapas de produção incluindo a comercialização e qualquer falha em um dos pontos desse processo pode acarretar contaminações nos queijos. Por outro lado, a ausência de *Salmonella* spp. na maior parte dos queijos, deve-se a diversos fatores como diminuição da atividade de água e umidade, aumento da proporção de sal e pela presença das BAL que contribuem para a maior concentração de ácido láctico, diminuição do pH, aumento do peróxido de hidrogênio, diminuição do açúcar disponível e produção de bacteriocinas.

Nesse contexto, destaca-se a importância das boas práticas de fabricação na produção dos queijos, a higiene dos manipuladores, dos equipamentos e materiais que entram em contato com os queijos, a fim de evitar a contaminação cruzada.

A presença de *Salmonella* spp. em queijos artesanais foi relatada por Feitosa *et al.* (2003) na região nordeste e por Araújo (2004) em Araxá. Em contrapartida, existem relatos na literatura de que esse microrganismo não foi identificado em queijos artesanais (Martins, 2006; Borelli, 2006; Brant *et al.*, 2007; Dores, 2007; Oliveira, 2014)

Listeria monocytogenes foi identificada em dois queijos na época da seca. Em uma propriedade no queijo recém-produzido, e em uma segunda fazenda, no 7º dia de maturação. A presença desse microrganismo é extremamente séria e comprova que o queijo Minas artesanal pode ser seu veiculador. Por outro lado, observa-se a importância da maturação na eliminação da bactéria, tendo em vista os mecanismos que contribuíram para esse efeito como diminuição da atividade de água e umidade, aumento da concentração de sal e ácido láctico, diminuição do pH e produção de bacteriocinas, entre outros.

As duas propriedades que apresentaram amostras positivas para *Listeria monocytogenes* fornecem aos animais durante o período seco silagem de milho, portanto, essa pode ter sido a fonte de contaminação desse microrganismo (Schocken-Iturrino *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2008)

Por ser um microrganismo psicrotrófico, *Listeria* spp. consegue sobreviver em queijos artesanais refrigerados. Portanto, a maturação sob refrigeração não é um método eficiente para eliminação da bactéria (Pinto *et al.*, 2009b). Em trabalho realizado pelo autor, *Listeria innocua* inoculada experimentalmente foi detectada em queijo Minas artesanal do Serro durante 60 dias de maturação a 30°C.

Araújo (2004), Martins (2006), Brant *et al.* (2007) e Dores (2007) não identificaram *Listeria* sp. em queijo Minas artesanal de Araxá, Serro e Canastra. Entretanto, Raimundo (2013) identificou *Listeria* spp. em 3% de queijos maturados comercializados em feiras na cidade de São Paulo.

5.6.1.9. Enterotoxina estafilocócica

Apesar da alta contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo nos queijos, não foi detectada a presença de nenhum tipo de enterotoxina em 42 queijos analisados na época das chuvas, pelo método qualitativo imunoenzimático “Vidas Staph enterotoxin” (AOAC, 2008). Os resultados demonstram que nas amostras de queijo Minas artesanal de Araxá analisadas não foram detectadas enterotoxinas. Sugere-se que as linhagens de *Staphylococcus* presentes nos queijos não eram produtoras de enterotoxinas ou não estavam expressando o seu gene para produção. Diante disso, há indícios de que exista no meio ambiente dos queijos algum mecanismo inibidor de produção de toxinas. Este fato, remete à necessidade de mais estudos acerca do tema, abordando, inclusive, a influência da maturação e época de fabricação dos queijos sobre toxinas pré-formadas, a possível relação com as bactérias ácido lácticas, a presença do gene para produção nos microrganismos e o seu potencial para manifestação.

Martins (2006) e Dores (2007) também não identificaram enterotoxinas ao avaliar a sua presença em queijo Minas artesanal da região do Serro e da Canastra utilizando o mesmo método “Vidas Staph enterotoxin”. Porém, Dores (2007) apresentou resultados controversos, pois ao realizar também o teste pela metodologia tradicional OSP, detectou a enterotoxina SEA nos mesmos queijos analisados anteriormente, em 75% das amostras. Ornellas (2005) e Borelli (2006) também detectaram enterotoxinas em queijo Minas artesanal da Canastra pela metodologia tradicional OSP, sendo que este último identificou os tipos SEB e SEC.

Segundo Bergdoll (1995), a ausência de detecção de enterotoxinas pode ser justificada em parte pela maior sensibilidade do método OSP ao se comparar com as outras técnicas. Portanto, mais estudos devem ser realizados para verificar a qualidade dos queijos artesanais quanto à presença de enterotoxinas e a eficácia dos testes disponíveis.

É imprescindível rever a legislação sanitária vigente para queijo Minas artesanal, pois a pesquisa de toxina, agente causal da intoxicação alimentar, não está incluída entre os parâmetros de análises laboratoriais, assim como a contagem de *Staphylococcus* coagulase negativo.

5.6.2. Qualidade físico-química do queijo Minas artesanal

5.6.2.1. Teor percentual de umidade

Os resultados dos teores percentuais de umidade dos queijos apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação nas duas épocas de produção (Tab. 24). Durante o período de maturação, tanto na época das chuvas quanto na seca, o teor de umidade diminuiu consideravelmente, influenciado pela temperatura ambiente e pela evaporação de água.

A época seca foi caracterizada por apresentar maiores temperaturas diárias, amplitudes térmicas e velocidade dos ventos e em contrapartida, menor umidade e precipitação, quando comparada com a época das chuvas. Essas características influenciaram a velocidade e a intensidade da perda de água pelos queijos. Martins (2006) aponta que temperaturas mais elevadas contribuem com a perda de água e com a aceleração do processo de maturação dos queijos.

O percentual médio de umidade dos queijos foi semelhante ($p > 0,05$) do 22º ao 43º dia de maturação na época das chuvas e do 22º e 29º de maturação da época seca.

Tabela 24. Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do teor (%) de umidade em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Umidade			
	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	x	CV (%)
1	56,54 ^A	5,19	56,64 ^A	4,87
7	42,37 ^B	9,8	43,82 ^B	6,72
14	35,21 ^C	11,52	34,77 ^C	8,04
22	33,36 ^{CD}	11,56	30,60 ^{CD}	8,66
29	30,86 ^{CDE}	13,00	27,23 ^{DE}	8,82
43	30,22 ^{DEa}	9,10	24,55 ^{EFb}	11,83
57	26,78 ^{Ea}	10,66	21,44 ^{Fb}	14,77

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

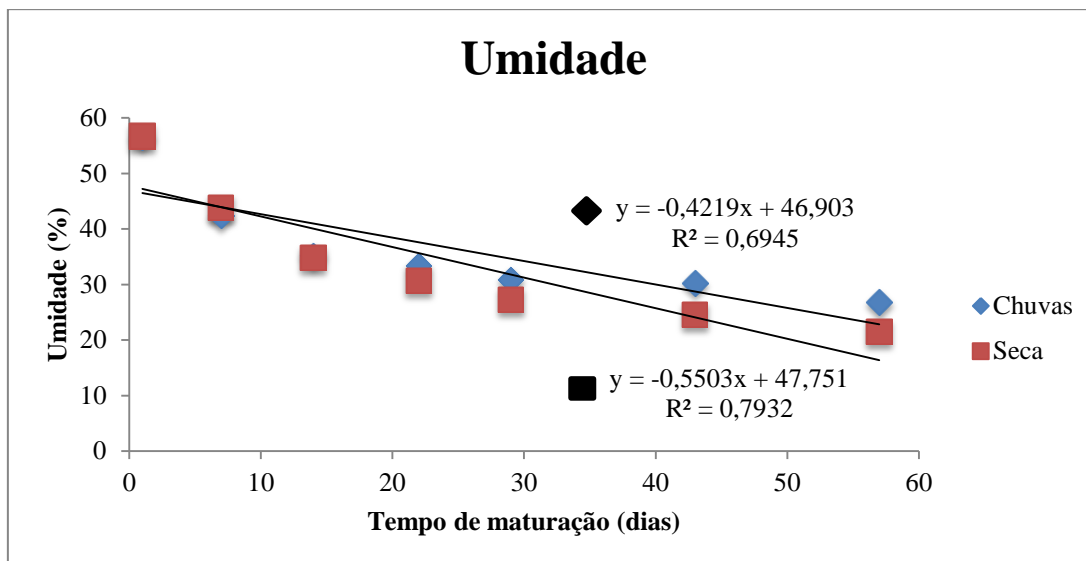
Aos 43 e 57 dias de maturação houve diferença ($p < 0,05$) entre as épocas de produção, prevalecendo os menores valores de umidade na época seca. Nessa época, a umidade relativa do ar foi menor e a temperatura e a velocidade do vento maior, proporcionando que os queijos perdessem maior quantidade de água, o que justifica que o percentual de umidade seja mais baixo no período seco.

Os teores percentuais médios de umidade foram semelhantes nos queijos recém-produzidos nas duas épocas de produção e foram diminuindo progressivamente até valores abaixo de 30%, considerando que a perda de umidade na época seca foi mais drástica (Fig. 20).

Segundo a legislação estadual do queijo Minas artesanal, a umidade não deve ultrapassar 45,9% (Minas Gerais, 2008). Dessa forma, a partir do 7º dia de maturação, todos os queijos analisados da região de Araxá para o parâmetro umidade se enquadraram dentro dos padrões legais para sua comercialização dentro do estado de Minas Gerais. No entanto, ressalta-se que para garantir a inocuidade do produto, além de atender ao parâmetro de umidade estabelecido na legislação, é fundamental que todos os padrões microbiológicos estejam adequados.

De acordo com a norma brasileira, os queijos são classificados em função do percentual de umidade (Brasil, 1996). Então, ao se considerar essa legislação, o queijo Minas artesanal de Araxá foi classificado como de média umidade (entre 36 e 45,9%) quando permaneceu em maturação até sete dias, e como de baixa umidade (abaixo de 36%) para os queijos de 14 a 57 dias de maturação, em ambas as épocas.

Pesquisas desenvolvidas por Martins (2006), Dores (2007) e Oliveira (2014) confirmam que o período de maturação dos queijos e o período de produção influenciaram positivamente ($p < 0,05$) o percentual de umidade dos queijos do Serro, Canastra e Campo das Vertentes, respectivamente.



**Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 20. Evolução do teor percentual de umidade em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

Para Martins (2006) o período e o ambiente de maturação têm influência direta no percentual de umidade dos queijos do Serro. Queijos mantidos em temperatura ambiente proporcionaram percentuais de umidade mais baixos que aqueles mantidos sob refrigeração, os quais permaneceram acima do permitido pela legislação, entre 46 e 54,9%, até 64 dias de maturação (Minas Gerais, 2008). Mesma conclusão foi alcançada por Dorez (2007) ao avaliar a condição de maturação de queijos Canastra em temperatura ambiente e em refrigeração.

A maturação sob refrigeração é permitida pela legislação federal, mas segundo pesquisas, essa prática deve ser revista, pois esse tipo de maturação não é eficiente para diminuir as contagens de patógenos nos queijos. De acordo Martins (2006), o tempo mínimo necessário para o queijo Minas artesanal do Serro atingir os parâmetros microbiológicos exigidos pela legislação é 63 dias quando maturado sob refrigeração. Dorez (2007), apontou que seriam necessários 84 dias para o queijo da Canastra alcançar os mesmos parâmetros se for maturado sob refrigeração.

De maneira geral, o aumento de NaCl, a diminuição da atividade de água (A_w), o aumento da acidez e a redução do pH, são os principais fatores extrínsecos que inibem o crescimento dos microrganismos em alimentos. A atividade de água (A_w) é menor em queijos maturados e está diretamente relacionada ao conteúdo de umidade, pois na proporção que este último abaixa o outro também diminui (Ferreira, 2004). Esse efeito pode ser percebido nesse estudo, uma vez que à medida que o percentual de umidade dos queijos de Araxá declina, paralelamente, a concentração microbiana também se reduz, conforme se observa nas contagens medianas de coliformes 30° e 45°C, *Staphylococcus* coagulase positivo, bolores e leveduras e BAL (MRS e M17).

5.6.2.2. Teor percentual de extrato seco total

Os resultados médios dos teores percentuais de extrato seco total sofreram variação ao longo dos períodos de maturação ($p < 0,05$) nas duas épocas de produção (Tab. 25). Durante a

maturação a umidade diminui ao passo que o teor de sólidos totais aumenta. Os valores médios mais altos de EST são observados no final do período de maturação da época seca.

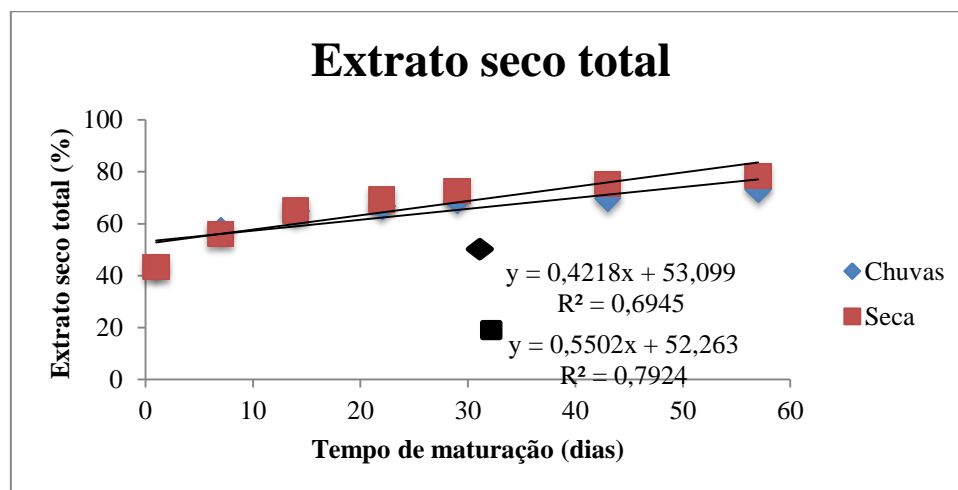
Tabela 25. Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do teor percentual de extrato seco total – EST em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Extrato Seco Total - EST			
	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	x	CV (%)
1	43,46 ^E	6,75	43,36 ^F	6,36
7	57,64 ^D	7,20	56,18 ^E	5,24
14	64,78 ^C	6,27	65,23 ^D	4,28
22	66,65 ^{BC}	5,78	69,48 ^{CD}	3,81
29	69,14 ^{ABC}	5,80	72,77 ^{BC}	3,3
43	69,78 ^{ABb}	3,94	75,45 ^{Aba}	3,85
57	73,22 ^{Ab}	3,85	78,56 ^{Aa}	4,03

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As características climáticas não foram suficientes para ocasionar diferença ($p > 0,05$) nos parâmetros de EST entre os queijos da época chuvosa e seca nos períodos 1, 7, 14, 22 e 29 dias de maturação, mas a partir do 43º dia de maturação houve efeito ($p < 0,05$) entre as épocas de produção. Essa diferença encontrada nos 43º e 57º períodos de maturação deve-se principalmente à maior temperatura do período seco.

O extrato seco total é o resultado de uma série de fatores, entre eles, da evaporação da água, da mexedura e quebra da massa e da pressão exercida na prensagem do queijo. Assim, à medida que o queijo é maturado, aumentam os teores de sólidos totais nos queijos (Fig. 21).



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 21. Evolução do percentual de extrato seco total em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

Pesquisa realizada por Oliveira (2014) em queijos do Campo das Vertentes encontrou diferença ($p < 0,05$) entre os valores médios de EST. De acordo Prieto *et al.* (2002); Martins (2006) e

Dores (2007), temperaturas mais elevadas provocam aumento de sólidos totais nos queijos, como teores percentuais de proteínas, gorduras e cloreto de sódio.

5.6.2.3. Determinação do pH

Na Tabela 26 são apresentados os valores médios e os coeficientes de variação da determinação de pH do queijo Minas artesanal de Araxá durante o período de maturação na época das chuvas e seca. Independentemente da época de produção, os parâmetros apresentaram influência do período de maturação ($p < 0,05$).

Observa-se que os valores médios iniciais e finais do pH foram mais altos na época das chuvas quando comparado com a época seca. Constata-se ainda que no sétimo dia de maturação das duas épocas e 22º dia de maturação na época das chuvas, existe um aumento nos valores médios de pH e, posteriormente, há uma tendência de declínio em ambos os períodos avaliados até atingir as menores médias no final.

Tabela 26. Valores médios (\bar{x}) e coeficientes de variação (CV) do pH do queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

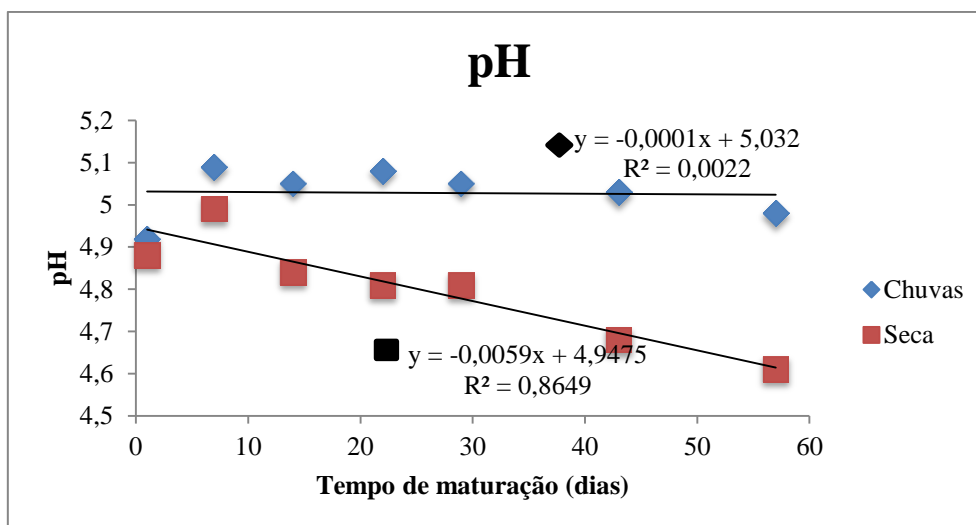
Dias de maturação	pH			
	Chuvas		Seca	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
1	4,92 ^B	3,51	4,88 ^{AB}	0,91
7	5,09 ^A	3,20	4,99 ^A	1,36
14	5,05 ^{ABa}	4,11	4,84 ^{ABb}	2,68
22	5,08 ^{Aa}	2,97	4,81 ^{BCb}	3,15
29	5,05 ^{ABa}	3,34	4,81 ^{BCb}	2,78
43	5,03 ^{ABa}	2,84	4,68 ^{CDb}	3,17
57	4,98 ^{ABa}	2,48	4,61 ^{Db}	2,69

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O aumento do pH no sétimo dia de maturação pode estar relacionado à degradação protéica proveniente da atividade de proteases nativas do leite como a plasmina e daquelas provenientes do soro-fermento, formando compostos alcalinos (Martins, 2006; Dores, 2007).

O comportamento do pH durante a maturação foi descrito em diversos trabalhos na literatura, mas são um pouco discordantes. Os resultados encontrados por Martins (2006) e Dores (2007) demonstram que houve interação entre período de maturação e época de produção ($p < 0,05$). Por outro lado, Oliveira (2014) não observou diferença ($p > 0,05$) nas médias dos valores na época das chuvas quando avaliou queijo Minas artesanal da região do Campo das Vertentes.

No presente estudo houve diferença ($p < 0,05$) nas médias apresentadas entre as épocas de produção do 14º até o 57º dia de maturação. Os valores médios de pH dos queijos elaborados nas chuvas foram ligeiramente superiores às médias dos queijos produzidos no período seco (Fig. 22). Na região de Araxá, assim como nas demais regiões, é comum os produtores utilizarem maior quantidade de soro-fermento na época em que as temperaturas são mais baixas para compensar o retardo na fermentação, justificando as diferenças encontradas entre os períodos para o pH (Martins, 2006). Foi observada ainda uma maior estabilidade dos valores médios de pH nos queijos no período das chuvas.



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 22. Evolução do pH em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

5.6.2.4. Determinação da acidez titulável

Na Tabela 27 são apresentados os valores médios e os coeficientes de variação da determinação de acidez titulável do queijo Minas artesanal de Araxá, durante o período de maturação na época das chuvas e seca. Independentemente da época de produção, os parâmetros apresentaram influência do período de maturação ($p < 0,05$).

A maturação afetou de forma significativa as médias de acidez titulável do queijo de Araxá ($p > 0,05$). As duas épocas de produção mostraram uma tendência de aumento dos valores durante a maturação (Tabela 28), que é inversamente proporcional ao parâmetro de pH.

Tabela 27. Valores médios (\bar{x}) e coeficientes de variação (CV) da acidez titulável em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

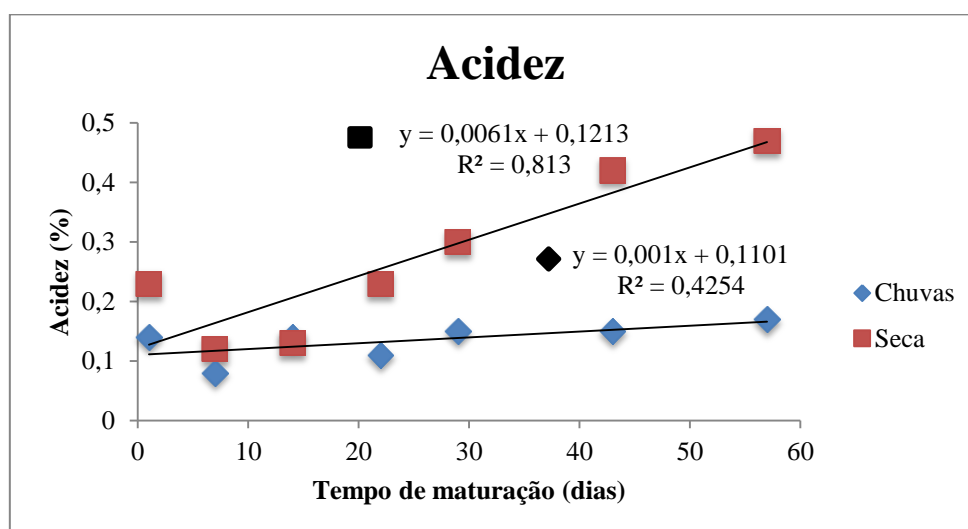
Dias de maturação	Acidez			
	Chuvas		Seca	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
1	0,14 ^{ABb}	55,13	0,23 ^{Ba}	26,10
7	0,08 ^B	27,65	0,12 ^C	23,81
14	0,14 ^{AB}	21,47	0,13 ^C	34,83
22	0,11 ^{ABb}	30,01	0,23 ^{Ba}	35,00
29	0,15 ^{ABb}	14,73	0,30 ^{Ba}	33,48
43	0,15 ^{ABb}	20,07	0,42 ^{Aa}	30,00
57	0,17 ^{Ab}	34,93	0,47 ^{Aa}	17,40

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve diferença ($p < 0,05$) nas médias de acidez titulável dos queijos recém-produzidos e a partir 22º dia de maturação entre os dois períodos de produção, sendo que os maiores valores médios foram observados no período seco. A diferença entre os períodos de maturação pode ser

justificada pela maior quantidade de soro-fermento que é utilizada no período mais frio, que coincide com a época da seca. Foi observada ainda uma maior estabilidade dos valores médios de acidez titulável nos queijos na época das chuvas.

A acidez titulável mede o teor percentual de ácido lático presente na massa do queijo, que é produzido, principalmente, pelas bactérias ácido-láticas. A população inicial de BAL no queijo é maior e vai diminuindo gradativamente durante a maturação à medida que o ácido lático se acumula no produto. Esse efeito acontece porque o ácido lático também exerce um efeito inibitório nas próprias bactérias láticas quando presente em elevadas concentrações. Esse comportamento foi observado nesse trabalho (Fig. 23).



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 23. Evolução do percentual de acidez em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação

Resultados contrários aos encontrados nesse trabalho foram descritos na literatura por Martins (2006) e Oliveira (2014) em estudos sobre queijo Minas artesanal em que não houve influência ($p > 0,05$) da maturação nos valores médios de acidez.

5.6.2.5. Teores percentuais de gordura e gordura no extrato seco

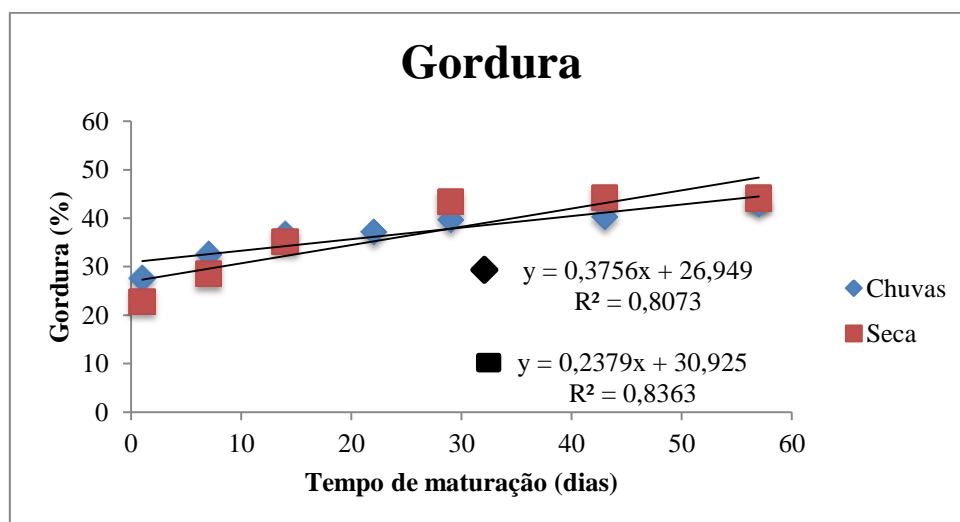
Os resultados dos teores percentuais de gordura e gordura no extrato seco apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação (Tab. 28 e 29). Para os dois parâmetros houve aumento gradativo dos teores de gordura e gordura no extrato seco ao longo da maturação (Figs. 20 e 21). Os resultados de 22 dias de maturação para gordura e gordura no extrato seco da época seca não são apresentados devido à perda de amostras.

Durante a maturação ocorre a lipólise do queijo Minas artesanal, que contribui para diminuir o percentual de gordura no queijo. No entanto, essa diminuição é pequena, pois à medida que se diminui o percentual de umidade do queijo, o extrato seco total aumenta e conseqüentemente eleva a concentração de gordura, um dos principais constituintes do queijo. Portanto, houve aumento gradativo dos valores do teor de gordura (Fig. 24).

Tabela 28. Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) de gordura em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Gordura			
	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	X	CV (%)
1	27,67 ^D	11,91	22,86 ^E	9,60
7	32,63 ^C	15,87	28,55 ^D	7,52
14	36,83 ^{BC}	12,16	35,22 ^C	6,49
22	37,28 ^{BC}	8,84	-	-
29	39,78 ^{AB}	10,87	43,39 ^{AB}	8,25
43	40,36 ^{AB}	6,37	44,28 ^A	8,55
57	43,08 ^A	7,07	44,11 ^A	11,80

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



**Significativo pelo teste de Tukey (p<0,05)

Figura 24. Evolução do percentual de gordura em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

Os queijos fabricados na época seca apresentaram maiores médias de gordura apenas a partir dos 29 dias de maturação, mas sem diferença (p>0,05) quando comparados com aqueles elaborados no período das chuvas, mas. A média de gordura no leite foi maior na época das chuvas.

As diferenças no sistema de alimentação do rebanho podem ter contribuído com as diferenças encontradas nesse trabalho quanto ao teor de gordura.

Martins (2006) na região do Serro, Dores (2007) na região do Cerrado e Oliveira (2014) na microrregião do Campo das Vertentes observaram a mesma tendência com os valores médios de gordura.

Tabela 29. Valores médios (x) e coeficientes de variação (CV) do teor (%) de gordura no extrato seco em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

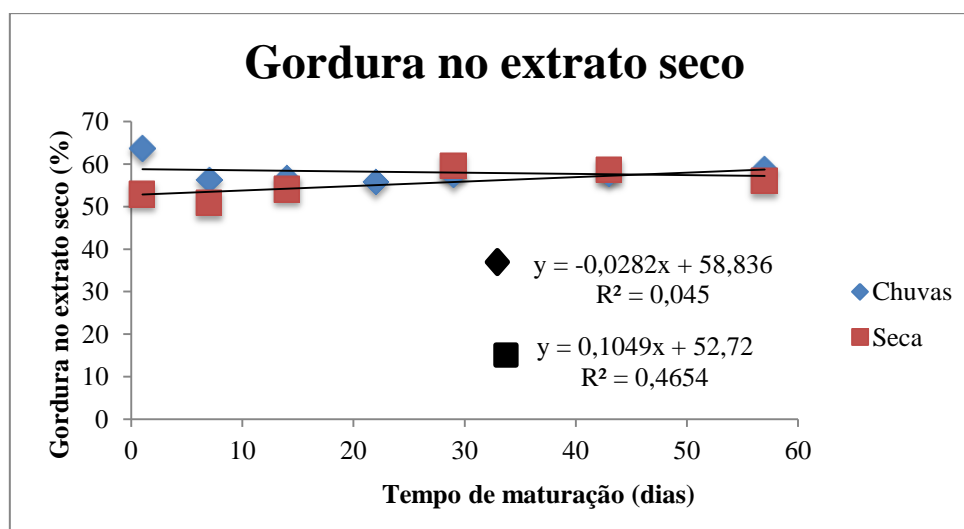
Dias de maturação	Gordura no extrato seco			
	Chuvas		Seca	
	x	CV (%)	x	CV (%)
1	63,74 ^{Aa}	10,80	52,95 ^{BCb}	12,72
7	56,41 ^B	10,95	50,89 ^C	8,12
14	56,72 ^B	8,23	54,07 ^{ABC}	7,48
22	55,91 ^B	6,08	-	-
29	57,56 ^{AB}	10,11	59,58 ^A	6,01
43	57,83 ^{AB}	4,82	58,62 ^{AB}	5,48
57	58,81 ^{AB}	4,35	56,05 ^{ABC}	8,74

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A classificação dos queijos quanto ao teor de gordura é realizada tendo em vista a legislação federal, baseando-se na porcentagem de gordura no extrato seco (Brasil, 1996). Os valores médios observados nas duas épocas de produção classificam os queijos de Araxá como gordos (entre 45 e 59,9%), com exceção do queijo recém-produzido, na época da chuva, que foi classificado como extra gordo (acima de 60%).

Houve diferença ($p > 0,05$) dos valores médios dos teores percentuais de gordura no extrato seco entre os períodos de maturação, sendo que o maior valor foi observado na época das chuvas.

Observou-se que durante a maturação, à medida que se diminui o percentual de umidade do queijo, o percentual de extrato seco total vai aumentando e conseqüentemente também eleva a concentração de gordura no extrato seco (Fig. 25).



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 25. Evolução do percentual de gordura no extrato seco em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação até 57 dias em queijarias.

5.6.2.6. Teor percentual de proteína

Na Tabela 30 são apresentados os valores médios e os coeficientes de variação do teor de proteínas do queijo Minas artesanal de Araxá, durante a maturação na época das chuvas e seca. Independentemente da época de produção, houve influência do período de maturação ($p < 0,05$).

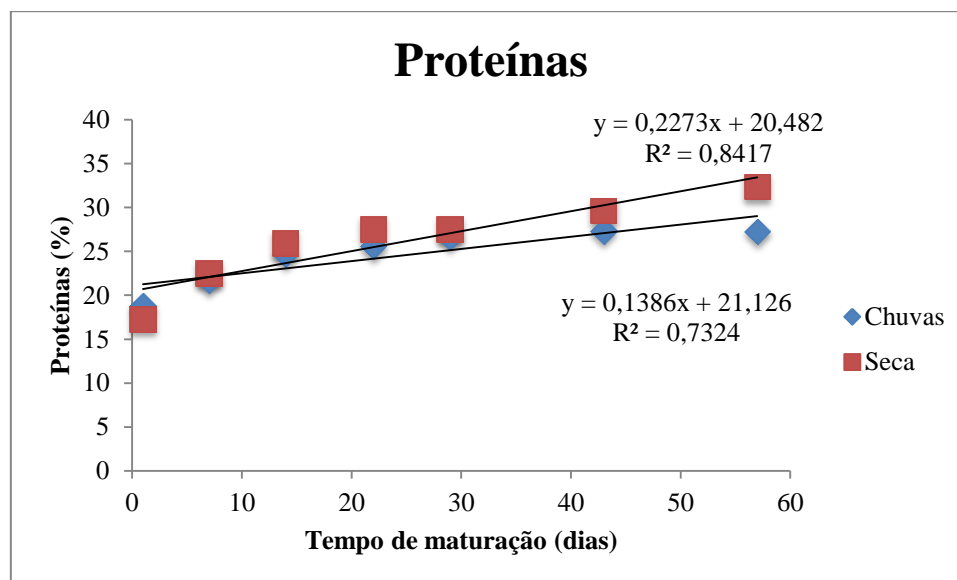
Tabela 30. Valores médios (\bar{x}) e coeficientes de variação (CV) de proteínas em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante o período de maturação na época das chuvas e seca.

Dias de maturação	Chuvas		Seca	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
1	18,71 ^D	5,79	17,25 ^E	14,01
7	21,68 ^C	5,69	22,48 ^D	7,34
14	24,67 ^B	8,61	25,94 ^C	6,57
22	25,58 ^{AB}	8,83	27,51 ^{BC}	3,04
29	26,67 ^{AB}	6,93	27,56 ^{BC}	3,79
43	27,32 ^A	6,5	29,61 ^B	9,67
57	27,24 ^{Ab}	10,57	32,35 ^{Aa}	5,23

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve um aumento gradativo dos valores de proteínas, o que era esperado, pois à medida que diminui o percentual de umidade do queijo, os sólidos totais aumentam e, conseqüentemente, eleva a concentração de proteínas, um dos principais constituintes do queijo (Fig. 26).

Durante a maturação também ocorre um fenômeno denominado proteólise, que contribui para as modificações na textura, sabor e formação de compostos aromáticos e, conseqüentemente proporciona um aumento de pH (Dores, 2007). Porém, essa situação não foi verificada no presente trabalho, exceto no 22º de maturação na época das chuvas.



**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 26. Evolução do percentual de proteína em queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante a maturação

Ainda que ocorra proteólise durante o processo de maturação, esse processo não foi suficiente para promover diferenças entre as duas épocas de produção, tanto que o efeito ($p < 0,05$) da época de produção no período de maturação foi notado apenas no 57º dia de maturação.

5.6.3. Enquadramento do queijo Minas artesanal de Araxá quanto à legislação estadual

A Tabela 31 apresenta os números e os percentuais de enquadramento (dentro e fora) na legislação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos queijos Minas artesanais de Araxá.

Tabela 31. Número de amostras de queijo Minas artesanal de Araxá e percentuais (%) de enquadramento na legislação (dentro e fora) quanto aos parâmetros estabelecidos pelos Decretos Estaduais nº 42.645 de 5 de junho de 2002 e nº 44.864 de 1º de agosto de 2008.

Parâmetros microbiológicos e físico-químicos	Chuvvas		Seca	
	Dentro	Fora	Dentro	Fora
Umidade	36 (83,33%)	6 (16,66%)	34 (76,48%)	8 (23,52%)
Coliformes a 30° C	35 (80%)	7 (20%)	36 (83,33%)	6 (16,66%)
Coliformes a 45° C	36 (83,33%)	6 (16,66%)	40 (95%)	2 (5%)
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo	31 (64,52%)	11 (35,48%)	40 (95%)	2 (5%)
<i>Listeria monocytogenes</i>	42 (100%)	0 (0%)	40 (95%)	2 (5%)
<i>Salmonella spp.</i>	41 (97,6%)	1 (2,4%)	42 (100%)	0 (0%)

Para ser comercializado o queijo Minas artesanal precisa apresentar o percentual máximo de umidade de 45,9% (Minas Gerais, 2008). No entanto, o consumidor tem procurado por esse queijo um pouco mais fresco que o permitido. Queijos que apresentam valores mais altos de umidade estão sujeitos a carrear uma maior população microbiana, principalmente quando elaborados com leite cru. Os queijos avaliados nesse trabalho apresentaram índices de enquadramento na legislação de 83,33% e 76,84% nas chuvvas e seca, respectivamente. A partir do 7º dia de maturação o percentual médio de todos os queijos estavam adequados quanto à umidade.

Os coliformes a 30°C se enquadraram na época das chuvvas em 80% das amostras analisadas enquanto que na época seca o índice atingiu 83,33%. Esses valores eram esperados, pois no segundo período as temperaturas foram maiores e contribuíram para que a contagem desses microrganismos fosse reduzida com maior velocidade. O período que apresentou menor número de amostras conformes foi no primeiro dia de fabricação comprovando que a umidade influencia positivamente na contagem bacteriana.

Para avaliação de coliformes a 45°C, constatou-se que 83,33% das amostras estavam dentro dos parâmetros de regularidade estabelecidos pela legislação na época das chuvvas e 95% na época das secas. O período que apresentou maior índice de não conformidade foi nos queijos com 1 dia de produção.

A época das secas influenciou positivamente o índice de regularidade do *Staphylococcus* coagulase positivo, pois nesse período 95% das amostras estavam conformes enquanto que nas chuvvas o valor foi de apenas 64,52%. Confirmando que queijos mais frescos apresentam um

maior risco ao consumidor, foi levantado índice de regularidade na primeira semana de produção, sendo que os queijos recém-produzidos estavam fora dos padrões em 66,66% na época das chuvas e em 100% na época das secas.

Para *Salmonella* spp. os queijos ficaram em conformidade em 97,6% na chuva e 100% na seca, enquanto que para *Listeria monocytogenes* os queijos apresentaram-se dentro da legislação em 100% das amostras nas chuvas e 95% nas secas. Ambos os microrganismos possuem padrão de ausência em queijos determinados pela legislação e não poderiam ter sido detectados.

5.7. Correlações entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, soro-fermento, leite e queijo Minas artesanal da região de Araxá

O Quadro 1 apresenta as correlações resultantes do estudo das características físico-químicas (teores percentuais de proteína, umidade, extrato seco total, gordura e gordura no extrato seco, determinação de pH e acidez) e microbiológicas (contagens de coliformes a 30° e 45°C, *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, *Staphylococcus* spp., bolores e leveduras e BAL em ágar MRS M17) do queijo Minas artesanal de Araxá.

A correlação de Pearson mede o grau de influência de uma variável pode ter em relação a outra, ou seja, se estão correlacionadas. Quando a correlação é considerada perfeita será igual a 1, entre 0,7 e 1 será forte e positiva, entre 0,3 e 0,7 é moderada e positiva, e abaixo de 0,3 é fraca. Quando for negativa, as variáveis não estão correlacionadas.

Quadro 1. Estimativas das correlações entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo Minas artesanal de Araxá-MG durante 57 dias de maturação nas épocas das chuvas e seca

(%)	Parâmetros físico químicos e microbiológicos do Queijo Minas Artesanal													
	col30	col45	scopo	scone	sspp	mrs	m17	Prot	pH	acid	umid	Est	gest	gord
col30	1	0,53	0,51	0,09	0,14	0,23	0,48	-0,79	0,37	-0,45	0,75	-0,75	-0,03	-0,64
col45		1	0,38	0,08	0,25	0,19	0,11	-0,39	0,27	-0,31	0,33	-0,33	0,14	-0,18
scopo			1	-0,16	-0,02	0,08	0,24	-0,52	0,22	-0,23	0,45	-0,45	0,08	-0,30
scone				1	0,87	0,43	0,14	-0,09	0,57	-0,29	0,06	-0,06	-0,04	-0,02
sspp					1	0,44	0,15	-0,15	0,58	-0,27	0,12	-0,12	0,01	-0,05
mrs						1	0,32	-0,31	0,23	-0,16	0,37	-0,37	-0,21	-0,39
m17							1	-0,51	0,15	-0,24	0,61	-0,61	-0,25	-0,62
prot								1	-0,40	0,48	-0,91	0,91	-0,03	0,78
pH									1	-0,76	0,31	-0,31	-0,09	-0,29
acid										1	-0,45	0,45	0,14	0,46
umid											1	-1	-0,08	-0,91
Est												1	0,08	0,91
gest													1	0,47
gord														1

**Significativo pelo teste de Friedman (p<0,05)

Col30 – Coliformes a 30°C, Col45 – Coliformes a 45°C, scopo – *Staphylococcus* coagulase positivo, scone – *Staphylococcus* coagulase negativo, sspp – *Staphylococcus* spp., mrs – BAL MRS, m17 – BAL M17, prot – proteína, pH, acid – acidez, umid – umidade, est – extrato seco total, gest – gordura no extrato seco, gord – gordura.

A umidade apresentou correlação negativa igual ou superior a -0,70 ($p < 0,05$) com teores de proteína, gordura e extrato seco total. Esse comportamento era esperado, pois a perda de água é natural durante o processo de maturação do queijo e a redução da umidade acontece paralelamente ao aumento da concentração dos sólidos totais no queijo, entre eles, a proteína e a gordura. Essa relação também pode ser comprovada pelas correlações positivas acima de 0,90 ($p < 0,05$) do teor de extrato seco total com a proteína e a gordura, principais parâmetros capazes de acentuar o sabor dos queijos, devido a concentração de compostos aromáticos (Martins, 2006).

Entre os diversos parâmetros físico-químicos, a acidez foi a que apresentou mais correlação negativa com demais parâmetros, com destaque para o pH, inferior (-0,76) ($p < 0,05$). Martins (2006) também encontrou o mesmo desempenho em relação a acidez em estudo com queijos artesanais na microrregião do Serro.

A sobrevivência de microrganismos é fortemente influenciada pela umidade do queijo. A perda de água impõe condições adversas ao crescimento microbiano, pois reduz a atividade de água e aumenta a concentração de cloreto de sódio no queijo, os quais exercem efeito inibitório sobre a população de bactérias. Existe correlação positiva ($p < 0,05$) dos coliformes a 30° e 45°C e *Staphylococcus* coagulase positivo com a umidade, com destaque para o primeiro que é de 0,75. Em contrapartida, a correlação é negativa ($p < 0,05$) para os teores de extrato seco total, proteína, gordura e determinação de acidez. Percebe-se que entre todos os contaminantes do queijo, os coliformes a 30°C são mais sensíveis às mudanças físico-químicas que ocorrem durante a maturação.

Contagem de coliformes a 30°C apresentaram correlação moderada ($p < 0,05$) com contagens de coliformes a 45°C e *Staphylococcus* coagulase positivo. Isso significa que nesse trabalho a presença de coliformes a 30°C em amostras de queijo foi um bom indicador também da contaminação para os outros dois agentes.

Provavelmente, relações mais fortes entre os parâmetros estudados seriam constatadas em um processo de maturação mais controlado, principalmente, quanto à temperatura e umidade relativa do ar. Isso possibilitaria maior padronização físico-química e sensorial dos queijos (Martins, 2006).

O Quadro 2 apresenta os resultados das interações entre os parâmetros microbiológicos das análises no queijo, leite e soro-fermento.

A CCS do leite apresentou correlação moderada ($p < 0,05$) com os coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positivo e *Staphylococcus* spp. dos queijos e a CBT apresentou correlação forte ($p < 0,05$) com os mesmos microrganismos, acima de 0,87. Sendo assim, tanto a CCS quanto a CBT do leite são parâmetros que indicam haver interação com a qualidade do queijo. Dessa forma, leite com altas contagens nessas análises sugerem que o queijo também irá apresentar contaminações.

O soro-fermento, matéria-prima essencial do Queijo Minas Artesanal, tem grande relevância para a qualidade do queijo, pois como foi observado existe forte interação ($p < 0,05$) entre a presença de coliformes a 45°C no fermento endógeno e a presença de coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positivo e *Staphylococcus* spp. nos queijos.

Quadro 2. Estimativas das correlações entre os parâmetros microbiológicos do queijo Minas artesanal de Araxá-MG, leite, soro-fermento e água nas épocas das chuvas e seca

	Parâmetros microbiológicos do Queijo Minas Artesanal, leite, soro-fermento e água							
	col30_QJ	col45_QJ	scopo_QJ	scone_QJ	sspp_QJ	bolor_QJ	mrs_QJ	m17_QJ
ccs_LT	-0,15	0,49	0,61	-0,22	0,56	0,22	0,19	-0,04
cbt_LT	0,08	0,87	0,97	0,11	0,90	0,28	-0,22	-0,15
mrs_LT	-0,16	-0,16	-0,07	-0,08	-0,09	0,11	0,20	-0,13
m17_LT	-0,16	0,32	-0,09	-0,14	0,22	0,78	0,23	0,24
col30_SF	-0,07	0,15	-0,10	-0,12	0,10	0,59	-0,25	-0,09
col45_SF	-0,18	0,81	0,98	-0,13	0,90	0,32	-0,13	-0,17
scopo_SF	-0,15	0,37	-0,06	-0,12	0,27	0,86	-0,05	-0,05
scone_SF	-0,03	0,05	0,13	-0,09	0,08	0,15	-0,23	0,02
sspp_SF	-0,03	0,05	0,13	-0,09	0,08	0,15	-0,22	0,03
bolor_SF	0,18	-0,16	-0,10	-0,11	-0,14	-0,19	-0,19	-0,13
mrs_SF	-0,15	0,33	0,43	-0,21	0,39	0,03	-0,38	-0,28
m17_SF	-0,16	-0,16	-0,06	-0,09	-0,09	0,10	0,18	-0,15
col30_AG	0,02	0,90	0,99	0,05	0,94	0,33	-0,22	-0,17
col45_AG	0	0	0	0	0	0	0	0
scopo_AG	-0,16	-0,15	-0,06	-0,08	-0,09	0,11	0,20	-0,14
scone_AG	-0,14	-0,15	-0,10	-0,07	-0,12	-0,18	-0,08	-0,09
sspp_AG	-0,14	-0,15	-0,10	-0,07	-0,12	-0,18	-0,08	-0,09
mrs_AG	0,21	-0,12	-0,06	-0,07	-0,10	-0,21	-0,24	-0,17
mrs_AG	-0,02	-0,15	-0,10	-0,11	-0,14	0,11	-0,18	0,04
clor_AG	-0,05	-0,06	0,09	-0,09	0,02	-0,13	-0,33	-0,08

**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

ccs_LT – Contagem de células somáticas no leite, cbt_LT – contagem bacteriana total no leite, clor_AG – cloro residual da água, QJ – queijo, SF – soro-fermento, AG – água.

A qualidade da água, por sua vez, apresentou correlação ($p < 0,05$) com a qualidade do queijo para as contagens de coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positivo e *Staphylococcus* spp.

Neste contexto, conclui-se que a qualidade do queijo Minas artesanal de Araxá é fortemente influenciada pela qualidade da água, do soro-fermento e do leite utilizados em sua fabricação, devendo, portanto, apresentarem características microbiológicas desejáveis para não serem fontes de contaminações. Portanto, a água deve ser mantida na concentração de cloro residual dentro do recomendado, o soro-fermento guardado refrigerado para se evitar multiplicação bacteriana e o leite, além da realização da CCS e CBT regularmente, devem ser consolidados o teste da caneca de fundo telado e o teste para mamite sub-clínica (CMT).

Possivelmente, a grande variação na forma de produção dos queijos entre os produtores seja um dos motivos que expliquem a ausência de correlações mais fortes entre os parâmetros analisados.

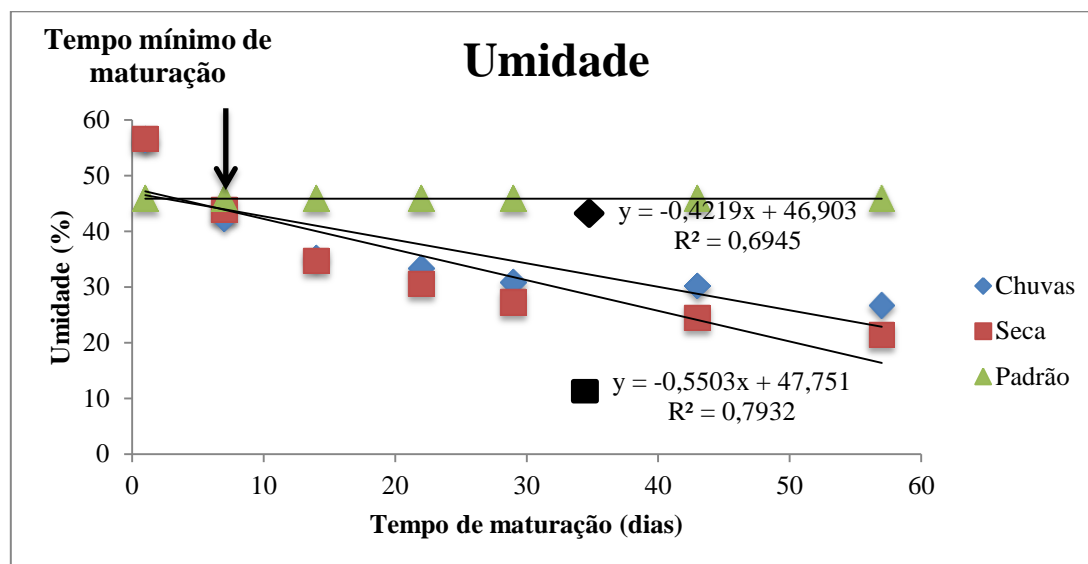
5.8. Estudo do período mínimo de maturação do queijo Minas artesanal de Araxá

A definição de um período de maturação específico para o queijo Minas artesanal das microrregiões de produção é fundamental para as características sensoriais, físicas, químicas e microbiológicas desse produto. No entanto, esse período de maturação deve respeitar os parâmetros legais estabelecidos pelas legislações que regulamentam a sua produção para que seja oferecido ao consumidor um queijo com segurança.

As Figuras 22 a 25 apresentam o período de maturação do queijo Minas artesanal de Araxá, tendo em vista os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da legislação (Minas Gerais, 2002b).

A umidade é um dos parâmetros físico-químicos exigidos pela legislação e um dos aspectos importantes, pois sabe-se que em percentuais mais altos de umidade a sobrevivência e crescimento de microrganismos também é maior. O valor máximo permitido para o teor percentual de umidade é de 45,9% (Minas Gerais, 2008).

Constata-se que o percentual médio de umidade dos queijos foi alcançado logo no 7º dia de maturação e foi diminuindo gradativamente até valores entre 20 e 30% (Fig. 27). No final da maturação, os queijos da época das chuvas apresentaram maior valor para umidade. Provavelmente, as menores temperaturas e velocidade do vento e as maiores umidades relativas do ar e precipitação influenciaram positivamente para esse comportamento.

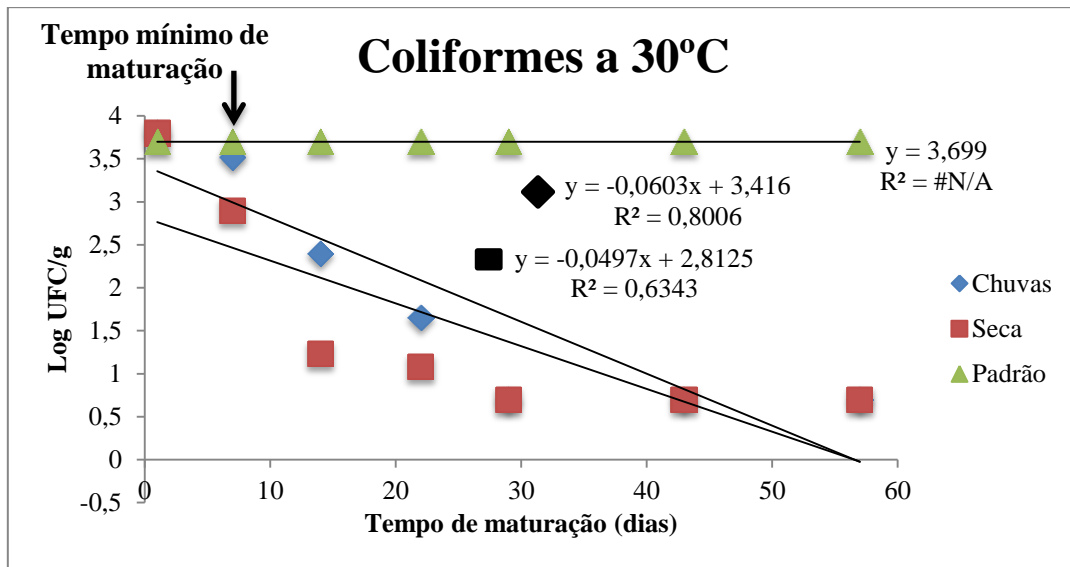


**Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 27. Período mínimo de maturação quanto ao teor de umidade em queijo Minas artesanal.

A presença de coliformes a 30°C nos queijos indica que as condições de produção, estoque ou comercialização apresentaram higiene insatisfatória. A legislação estabelece o limite de $5,0 \times 10^3$ UFC/g para presença desse grupo microbiano em queijo Minas artesanal (Minas Gerais, 2008).

A maturação influenciou positivamente a contagem desse microrganismo e o padrão foi atingido já na segunda semana de maturação dos queijos, no 7º dia de maturação (Fig. 28). Ao longo da maturação, a mediana das contagens continuou caindo até se notar ausência a partir do 29º dia de maturação dos queijos.

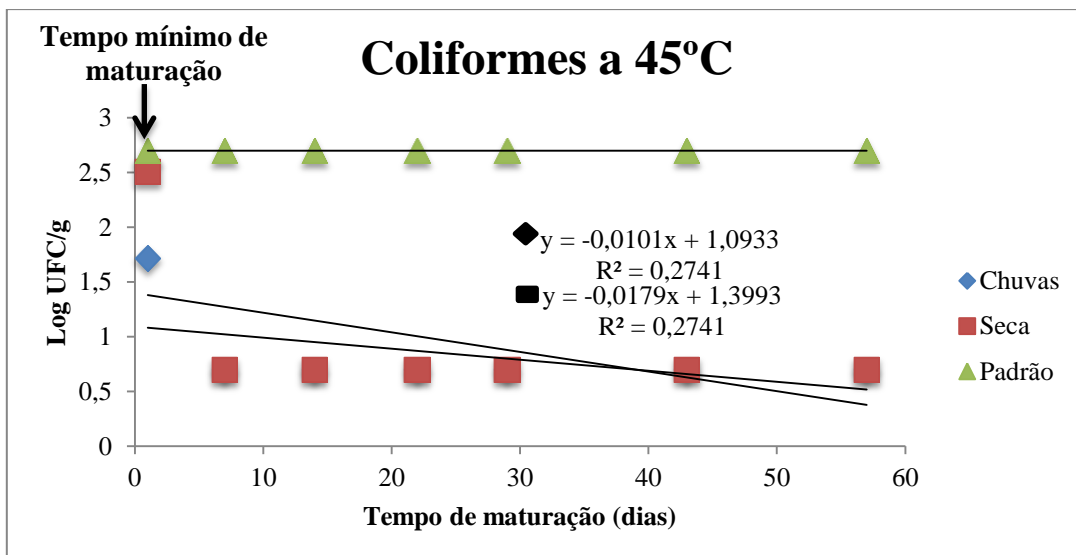


**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

Figura 28. Período mínimo de maturação quanto à contagem de coliformes a 30°C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG.

Os coliformes a 45°C também são responsáveis por defeitos em queijos e representam falta de higiene no processo de produção sendo que a contaminação aponta principalmente para origem fecal. A legislação estabelece o limite de 5×10^2 UFC/g.

Nos queijos analisados, de acordo com as medianas, coliformes a 45°C estiveram desde a primeira semana dentro dos parâmetros exigidos pela legislação nas duas épocas de produção (Fig. 29). Além disso, a partir do 7º dia de maturação, os valores das medianas foram nulos.

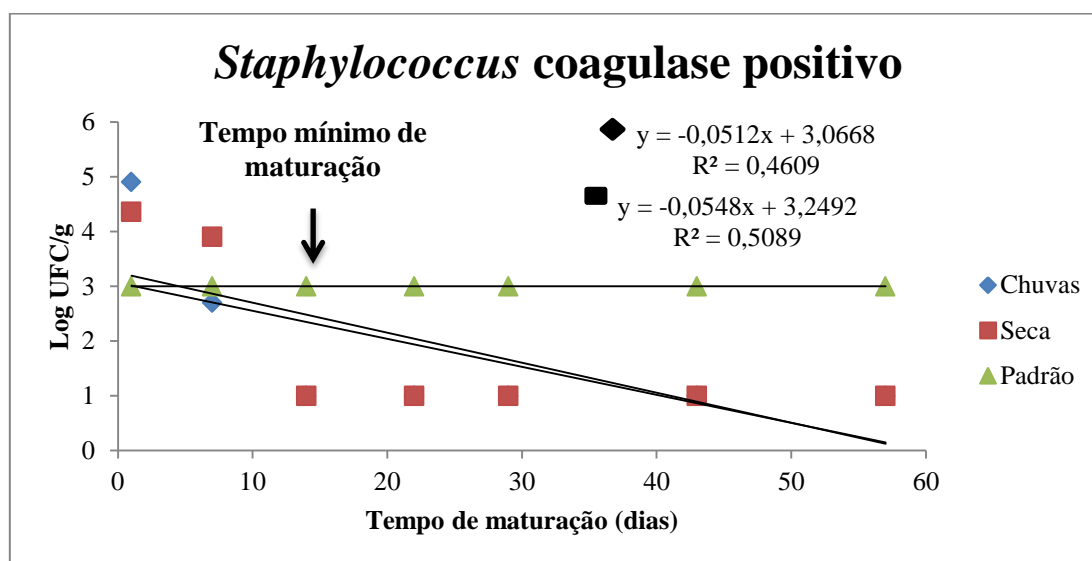


**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

Figura 29. Período mínimo de maturação quanto à contagem de coliformes a 45°C em queijo Minas artesanal de Araxá-MG.

Staphylococcus coagulase positivo é tolerado na legislação até a contagem de $1,0 \times 10^3$ UFC/g. Sua presença está relacionada a casos de mastite no rebanho e na ocorrência de manipuladores portadores. Em quantidades elevadas pode produzir enterotoxinas.

As medianas das contagens de *Staphylococcus* coagulase positivo demonstram que os queijos se adequaram à legislação no 7º dia para os queijos produzidos na época das chuvas e a partir do 14º dia nos queijos produzidos na época seca (Fig. 30). No decorrer da maturação, os valores das medianas caíram até não serem mais detectados.



**Significativo pelo teste de Friedman ($p < 0,05$)

Figura 30. Período mínimo de maturação quanto à contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo em queijo Minas artesanal de Araxá-MG.

A presença de *Salmonella* spp. foi detectada apenas em um queijo no 22º dia de maturação na época das chuvas. Sugere-se que a presença desse microrganismo possa ter sido proveniente de recontaminação do produto.

Listeria monocytogenes foi identificada em dois períodos de maturação na época seca, em um queijo com um dia de produção e no 7º dia de maturação. Portanto, o tempo mínimo de maturação para a ausência da *Listeria* spp. foi de 14 dias.

6. Conclusões

O trabalho indicou que as unidades produtoras de queijo Minas artesanal de Araxá precisam melhorar a qualidade da água que abastece as queijarias, pois foram observadas algumas contaminações provavelmente em função de falhas no processo de cloração que foram detectadas no trabalho e na proteção das nascentes.

A qualidade do soro-fermento também não foi satisfatória, pois apresentou contaminações de microrganismos indesejáveis como coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo e *Staphylococcus* coagulase negativo, que comprometeram a

qualidade do queijo. Por outro lado, o soro-fermento demonstrou ser importante fonte de bactérias ácido-láticas para o queijo Minas artesanal de Araxá.

O leite deve se apresentar isento de microrganismos deteriorantes e patogênicos, mas nesse trabalho foram identificadas contaminações que comprometeram a sua qualidade e, conseqüentemente, a do queijo. Apesar disso, o leite demonstrou ser fonte relevante de bactérias ácido-láticas, as quais possuem capacidade inibitória para grande parte de microrganismos deteriorantes e patogênicos.

Quanto à qualidade microbiológica do queijo, constatou-se que esta foi influenciada pelas condições da água, soro-fermento, leite e das boas práticas de fabricação aplicadas nas unidades de produção. Durante o trabalho, o queijo Minas artesanal apresentou contaminações de diversos microrganismos, o que remete ao risco que esse produto representa para a população quando é elaborado de maneira inadequada ou é comercializado sem ser submetido à maturação.

A identificação da *Salmonella* spp. em um dos queijos comprova que o queijo Minas artesanal pode carrear esse microrganismo, mas diante do mesmo não ter sido identificado nas amostras analisadas de soro-fermento que foi utilizado para elaborar os queijos, assim como em nenhum outro produto, sugere-se que pode ter ocorrido uma recontaminação posterior do queijo, seja por manipulador durante a maturação ou no transporte até o laboratório. Assim, as boas práticas de produção devem ocorrer durante todo o processo de produção do queijo Minas artesanal.

Listeria monocytogenes foi identificada em dois queijos de duas propriedades diferentes na época seca, mas conforme os resultados, a maturação foi eficiente na sua eliminação, uma vez que não foi mais identificada.

A maturação dos queijos Minas artesanais da região de Araxá resultou na redução das contagens medianas de coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo, bolores e leveduras, BAL em ágar MRS e M17 e pesquisa de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*, considerando que o microrganismo que apresentou maior resistência em diminuir a contagem foi o *Staphylococcus* coagulase positivo.

Apesar da alta contagem inicial de *Staphylococcus* spp., não foram detectadas enterotoxinas estafilocócicas nesse trabalho. Os fatores que explicam essa condição precisam ser melhor estudados, mas sabe-se que a microbiota de bactérias ácido-láticas tem papel fundamental na inibição do crescimento de *Staphylococcus* spp. e na produção de toxinas.

De modo geral, os queijos Minas artesanais da região de Araxá foram classificados como gordos (entre 45 e 59,9% de gordura no extrato seco), independentemente do período de maturação e época de produção. Quanto ao teor de umidade, os queijos foram classificados como de média umidade até sete dias de maturação e como de baixa umidade a partir do 14º dia de maturação.

Os queijos Minas artesanais maturados da região de Araxá apresentaram aumento nos teores percentuais de extrato seco total, gordura, gordura no extrato seco, proteínas e na determinação de acidez titulável. Em contrapartida, a maturação proporcionou redução dos teores percentuais de umidade e da determinação de pH.

A interação das épocas de produção e os períodos de maturação influenciaram ($p < 0,05$) os parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo, tendo em vista que a diminuição das contagens microbianas e o aumento do percentual de sólidos totais no queijo Minas artesanal de Araxá foram mais efetivos na época seca e no decorrer da maturação.

Em relação aos limites máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, leite e queijo definidos pelas legislações, o período seco apresentou maior número de amostras em conformidade com os padrões legais.

O período de maturação influenciou diretamente o comportamento da microbiota do queijo, uma vez que apresentou redução ($p < 0,05$) nas contagens microbianas. Assim, o tempo mínimo de maturação necessário para o queijo Minas artesanal de Araxá atender os padrões exigidos pela legislação foi de 14 dias.

A maturação é uma ferramenta importante para a qualidade do Queijo Minas Artesanal, mas não deve ser a única, pois é fundamental que a água, o soro-fermento e o leite apresentem características satisfatórias para a produção do queijo. Além disso, as boas práticas de produção e fabricação são fundamentais para a produção de um queijo seguro. Entretanto, mais estudos devem ser realizados para apontar o período ideal de maturação para as características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal de Araxá.

7. Perspectivas

São necessários mais investimentos nos órgãos de fiscalização, extensão, pesquisa, e sobretudo, para os produtores rurais de queijo.

A microrregião de Araxá foi uma das primeiras regiões a serem caracterizadas, no entanto, possui atualmente poucos produtores regularizados no IMA apesar da grande produção informal. Incentivar a regularização das queijarias no Estado é função de todos para oferecer à população mais produtos de qualidade, especialmente no momento em que o produto artesanal e o rural estão ganhando maior exposição na mídia.

Espera-se que esses resultados possam subsidiar os órgãos competentes na atualização da legislação do queijo Minas artesanal e que essas informações não permaneçam apenas no ambiente acadêmico.

Esses dados poderão ser usados ainda pela microrregião de Araxá para auxiliar na obtenção do reconhecimento da Indicação Geográfica e conferir ao queijo Minas artesanal de Araxá maior importância nacional.

8. Referências Bibliográficas

ALEXANDRE, D. P.; SILVA, M. R.; SOUZA, M. R.; *et al.* Atividade antimicrobiana de bactérias lácticas isoladas de queijo-de-minas artesanal do Serro (MG) frente a microrganismos indicadores. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 54, n. 4, jul/ago, 2002.

ALMEIDA, A. C.; Diniz, T. T.; SOUZA, M. R. *et al.* Caracterização da produção de queijo artesanal na região de Montes Claros, norte de Minas Gerais. Acta Veterinaria Brasilica, v.6, n.4, p.312-320, 2012.

AOAC Official Method. Evaluation of VIDAS *Listeria monocytogenes* II (LMO2) Immunoassay Method for the Detection of *Listeria monocytogenes* in Foods. 2004.02. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005, 18th Ed., v.88, n° 3, Chapter 17, p.233-234, 2004.

AOAC Official Method. VIDAS SET 2 for Detection of Staphylococcal Enterotoxins in Selected Foods. 2007.06. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2008, 18th Ed., v.91, n° 1, Chapter 17, p.165-174, 2008.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the enumeration of dairy products. 16 ed., Washington, DC: APHA, p. 213-246, 1992.

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. 136p. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BENTLEY INSTRUMENT INC. Bactocount 150 Operator's Manual. Chaska: Bentley Instruments Inc.; 2002. 49p.

BENTLEY INSTRUMENT INC. SomaCount 300 Operator's Manual. Chaska: Bentley Instruments Inc.; 1997. 116p.

BERGDOLL, M. S. Staphylococcal Food poisoning. In: CLIVER, D. O. (Ed). *Foodborne diseases*. London: Academic, p. 87-106, 1990.

BORGES, M. F.; ARCURI, E. F.; PEREIRA, J. L. *et al.* Staphylococcus enterotoxigênicos em leite e produtos lácteos, suas enterotoxinas e genes associados: revisão. B. CEPPA, v. 26, n.1, p 71-86, 2008a.

BORGES, M. F.; NASSU, R. T.; PEREIRA, J. L.; *et al.* Perfil de contaminação por Staphylococcus e suas enterotoxinas e monitorização das condições de higiene em uma linha de produção de queijo coalho. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1431-1438, 2008b.

BORELLI, B. M., Quantificação dos indicadores higiênico-sanitários e da diversidade de leveduras durante a fabricação do queijo Minas curado produzido na Serra da Canastra, MG. Belo Horizonte: UFMG. 2002. 107p. Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

BORELLI, B. M.; FERREIRA, E. G.; LACERDA, I. C. A.; *et al.* Enterotoxigenic *Staphylococcus* spp. and other microbial contaminants during production of canastra cheese, Brazil, MG. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37, 545-550, 2006.

BRANT, L. M. F. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo minas artesanal do Serro – MG. 2003. 43 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 2003.

BRANT, L. M. F.; Fonseca, L. M.; Silva, M. C. C. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo de minas artesanal do Serro-MG. *Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 6, p. 1570-1574, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1996. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 07, de 28 de novembro de 2000. Critérios de funcionamento e controle da produção de queijarias, para seu relacionamento junto ao Serviço de Inspeção Federal. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2006. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga de Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2001. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 57 de 15 de dezembro de 2011. Estabelece critérios adicionais para elaboração de queijos artesanais. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011b. Disponível em

http://portal2.saude.gov.br/saudelegis/leg_norma_pesq_consulta.cfm. Acessado em 24 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Estabelece critérios adicionais para elaboração de queijos artesanais. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011c. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em 26 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30 de 07 de agosto de 2013. Dispõe sobre a comercialização de queijos artesanais elaborados com leite cru. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acessado em 24 de abril de 2014.

CARMO, L. S.; DIAS, R. S.; LINARDI, V. R.; *et al.* Food poisoning due to enterotoxigenic strains of *Staphylococcus* present in Minas cheese and raw milk in Brazil. *Food Microbiology*, v. 19, n. 1, p. 9-14, 2002.

CAVALCANTE, A. B. D.; COSTA, J. M. C. Padronização da tecnologia de fabricação do queijo manteiga. Ver. *Ciência Agrônômica*, v. 36, n. 2, p. 215-220, 2005.

CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R.; FONSECA, L. M.; *et al.* Frequência de *Listeria spp* e de *Staphylococcus aureus* em queijo Minas produzido artesanalmente. *Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"*, Juiz de Fora, v. 299, n. 52, p. 17-20, 1997.

CHALITA, M. A. N.; SILVA, R. O. P.; PETTI, R. H. V.; *et al.* Algumas considerações sobre a fragilidade das concepções de qualidade no mercado de queijos no Brasil. *Informações Econômicas*, v.39, n.6, jun.2009.

DIAS, G.; ARAÚJO, E. A.; GOMIDE, J.; *et al.* Avaliação das condições higiênicas-sanitárias da produção de Queijo Minas artesanal fabricado em Sabinópolis-MG. In: II Congresso Brasileiro de Qualidade do leite, 2006, Goiânia. Anais do II Congresso Brasileiro de Qualidade do leite, 2006.

DORES, M. T. Queijo Minas Artesanal da Canastra maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração. 103 p. 2007. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS (EMATER). Caracterização da microrregião de Araxá como produtora tradicional de queijo Minas artesanal. Araxá, MG. 2003. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br>. Acesso em 26 de dezembro de 2014.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS (EMATER). Programa do Queijo Minas Artesanal, 2014. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br>. Acesso em 26 de dezembro de 2014.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). O queijo artesanal serrano nos campos do Planalto das Araucárias catarinenses. Florianópolis, SC. 122 p. 2011.

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, 2004.

FERREIRA, R. M.; SPINI, J. C. M.; CARRAZZA, L. G. *et al.* Quantificação de coliformes fecais e termotolerantes em queijo Minas frescal artesanal. Pubvet, v. 5, n. 5, 2011.

FEITOSA, T.; BORGES, M. F.; NASSU, R. T.; *et al.* Pesquisa de *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e microrganismos indicadores higiênicos-sanitários em queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, p. 162-165, 2003.

FRANCO e LANDGRAF

FURTADO, M. M. Isolamento de bactérias lácticas de leite cru e soro de queijo de leite cru da região do Serro, Minas Gerais. 1990. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

GUEDES NETO, L. G.; SOUZA, M. R.; NUNES, A. C.; *et al.* Atividade antimicrobiana de bactérias ácidos-lácticas isoladas de queijos de coalho artesanal e industrial frente a microrganismos indicadores. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, V. 57, supl. 2, p. 245-250, 2005.

GUEDES NETO, L. G. Produção de queijo de coalho em pernambuco: isolamento e identificação de *Staphylococcus* spp e de bactérias ácido lácticas e de sua atividade antagonista in-vitro. 96 p. (Mestrado em Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

GUTIERREZ, E. M. R.; DOMARCO, R. E.; SPOTO, M. H. F.; *et al.* Efeito da radiação gama nas características físico-químicas e microbiológicas do queijo paruto durante a maturação. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v 24, n. 4, 2004.

InfoStat, UNC, Córdoba, AR, 2008.

Instat Graphpad Software, Inc, V 3, NC, USA, 2003.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Milk: enumeration of somatic cell. IDF Standard 148A. Bruxelas: IDF, 1995. 8p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Whole milk: determination of milkfat, protein and lactose content. Guidance on the operation midinfrared instruments. IDF Standard 141C. Bruxelas: IDF, 2000. 8p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Yogurt: enumeration of characteristic microorganisms colony count technique at 37°C. IDF Standard 117A. Bruxelas: IDF, 1988. 10p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso 26 de dezembro de 2014.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. Portaria nº 523 de 03 de julho de 2003a. Dispõe sobre as condições higiênico-sanitárias e nas boas práticas na manipulação e produção do queijo Minas artesanal. Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/>. Acessado em 26 de janeiro de 2014.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. Portaria nº 594 de 10 de junho de 2003b. Identifica a microrregião de Araxá. Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/>. Acessado em 26 de janeiro de 2014.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. Produtores de queijo Minas artesanal. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/component/docman/doc_details/680-produtores-queijo-minas-artesanal. 2014. Acesso em 26 de dezembro de 2014.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J., GOLDEN, D. D. *Modern Food Microbiology*. 7. ed. New York: Springer, 2005. 782 p.

JENSEN, R. G.; BLANC, B.; PATTON, S. Particulate constituents in human and bovine milks. In: JENSEN, R. G. (Ed) *Handbook of Milk Composition*. Academic Press: Londres, 1995. p. 50-62.

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 – 48. Set/Out, 1995.

LAMAITA, H. C., CERQUEIRA, M. M. O. P., HOTTA, J. M. *et al.* Detecção de enterotoxinas estafilocócicas (A, B, C, e D) à partir de cepas coagulase positivo e negativo isoladas de amostra de leite cru e coletadas de tanques refrigeradores. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos*, 2003, p. 91-92.

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.

LEVENE, H. (1960), Robust Test for Equality of Variances, in I. O. *et al.*, ed., 'Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotteling', Stanford University Press, California, United States, pp. 278–292.

LIMA, C. D. L. C.; LIMA, L. A.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; *et al.* Bactérias do ácido láctico e leveduras associadas com o queijo-de-minas artesanal produzido na região da Serra do Salitre, Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 1, p. 266-272, 2009.

MACHADO, E. C.; FERREIRA, C. L. L. F.; FONSECA, L. M.; *et al.* Características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n.4, p. 516-521, 2004.

MARINO, M.; MAIFRENI, M.; RONDININI, G. Microbiological characterization of artisanal Montasio cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Lett.*, v. 229, p. 133-140, 2003.

MARTINS, J. M. Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo Minas Artesanal da região do Serro. 158 p. 2006. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M.; ALBUQUERQUE, L. M. B.; *et al.* Perfil de resistência de cepas de *Staphylococcus coagulase positiva* isoladas de manipuladores de alimentos. *B. CEPPA*, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 43-52, 2009.

MATO GROSSO DO SUL. Assembleia Legislativa do Estado do Mato Grosso do Sul. Lei nº 2.820, de 04 de maio de 2004. Dispõe sobre o processo de produção de queijo artesanal caipira. Campo Grande: Assembleia Legislativa do Estado do Mato Grosso do Sul, 2004. Disponível em <http://www.almt.gov.br/>. Acessado em 26 de janeiro de 2014.

MELLO, E. Z.; ARMACHUK, M. A. Avaliação do queijo colonial durante a maturação: modificações físico-químicas e microbiológicas. Trabalho de conclusão de curso em Tecnologia de alimentos. Universidade Tecnológica do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal e dá outras providências. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2002a. Disponível em <http://www.almg.gov.br/>. Acessado em 10 de abril de 2013.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Decreto nº 42.645, de 5 de junho de 2002. Regulamento da Lei nº 14.185 de 31 de janeiro de 2002 que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2002b. Disponível em <http://www.almg.gov.br/>. Acessado em 10 de abril de 2013.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Decreto nº 44.864, de 1 de agosto de 2008. Altera o regulamento da Lei nº 14.185 de 31 de janeiro de 2002 que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2002. Disponível em <http://www.almg.gov.br/>. Acessado em 10 de abril de 2013.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Lei nº 19.492, de 13 de janeiro de 2011. Altera dispositivos 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: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2002b. Disponível em <http://www.almg.gov.br/>. Acessado em 10 de abril de 2013.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Lei nº 20.549, de 18 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a produção e comercialização dos queijos artesanais de Minas

Gerais. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2002. Disponível em <http://www.almg.gov.br/>. Acessado em 10 de abril de 2013.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria 1305, de 30 de abril de 2013. Estabelece diretrizes para produção do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte: <http://www.ima.mg.gov.br/>. Acessado em 15 de setembro de 2013.

NÓBREGA, J. E. Caracterização do fermento endógeno utilizado na fabricação do queijo canastra no município de Medeiros, Minas gerais, com ênfase em leveduras. 2007. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

NÓBREGA, J. E.; FERREIRA, C. L. L. F.; DORES, M. T.; *et al.* Diferenças sazonais no fermento endógeno utilizado na produção do queijo Minas artesanal, fabricado na Serra da Canastra, Minas Gerais. *Rev. Inst. Latc. "Cândido Tostes"*, v. 63, n. 363, p. 26-30, 2008.

OLIVEIRA, F. A. Perfil do queijo Minas curado destinado à fabricação de pão de queijo. 1999. 112 p. Dissertação (Mestrado em ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

OLIVEIRA, M.; GUERRA, M.; BERNARDO, F. Ocorrência de *Listeria monocytogenes* em silagens avaliadas por meio da hibridação *in situ* fluorescente. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.60, n.1, Belo Horizonte, 2008.

OLIVEIRA, V. J. Da qualidade e organização da produção ao reconhecimento de região produtora de Queijo Minas Artesanal: a análise da experiência dos produtores da região de São João Del Rei e seu entorno. 2011. 205 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

OLIVEIRA, L. G. Caracterização microbiológica e físico-química durante a maturação em diferentes épocas do ano de Queijo Minas Artesanal de produtores cadastrados da mesorregião de Campo das Vertentes – MG. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

ORNELAS, E. A. Diagnóstico preliminar para caracterização do processo e das condições de fabricação do queijo artesanal da Serra da Canastra. 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PERESI, J. T. M.; GRACIANO, R. A. S.; ALMEIDA, I. A. Z. C.; *et al.* Queijo Minas tipo frescal artesanal e industrial: qualidade microscópica, microbiológica e teste de sensibilidade aos agentes antimicrobianos. *Hig. Alim.*, v.15, p.63-70, 2001.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Quim. Nova*, Vol. 27, n. 2, 293-300, 2004.

PIMENTEL FILHO, N. J.; MARTINS, J. M.; RAMOS, M. P. P. *et al.* 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. p. 298-301, 2005.

PINTO, M. S.; MARTINS, J. M.; ARAÚJO, R. A. B. M.; *et al.* Queijo Minas artesanal da região do Serro: Avaliação de *Staphylococcus aureus* e suas enterotoxinas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, n. 336, p. 82-86, 2004a.

PINTO, M. S.; MARTINS, J. M.; ARAÚJO, R. A. B. M. *et al.* Programa de Apoio ao Queijo Minas Artesanal Produzido no Estado de Minas Gerais. Diagnóstico Socioeconômico e Cultural dos Produtores e Avaliação Microbiológica do Queijo Minas Artesanal da Região do Serro-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 21, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: CEPE/ILCT/EPAMIG, 2004b. p. 86-92.

PINTO, M. S. Diagnóstico sócio-econômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do Queijo Minas Artesanal do Serro: Viçosa: UFV. 2004. 133 p. Dissertação de mestrado. 2004.

PINTO, M. S.; FERREIRA, C. L. L. F.; MARTINS, J. M. *et al.* Segurança alimentar do queijo Minas artesanal do Serro, Minas Gerais, em função da adoção de boas práticas de fabricação. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 342-347, out./dez., 2009a.

PINTO, M. S.; CARVALHO, A. F.; PIRES, A. C. S.; *et al.* Survival of *Listeria innocua* in Minas Traditional Serro Cheese During Ripening. *Food Control*, 20, p. 1167-1170, 2009b.

PINTO, M. S.; CARVALHO, A. F.; PIRES, A. C. S.; *et al.* The effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and the physicochemical properties of Traditional Minas Serro cheese. *International dairy Journal*, 21, p. 90-96. 2011.

R development core team (2014) R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna.

RAIMUNDO, D. C.; *Listeria monocytogenes* em queijo minas meia-cura: análise quantitativa, qualitativa e perfil molecular de cepas isoladas. 2013. 52p. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Medicina veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

RAPINI, L. S.; TEIXEIRA, J. P.; MARTINS, N. E. Perfil antimicrobiano de cepas de *Staphylococcus* sp. isoladas de leite cru de cabra, queijo e manipuladores. *Revista Higiene Alimentar*, v. 17, p. 162, 2003a.

RAPINI, L. S.; SOUZA, R. M. B.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; *et al.* Qualidade microbiológica da água de propriedades leiteiras situada na região metropolitana de Belo Horizonte (MG). *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 58, n. 333, p. 95-98, 2003b.

RAPINI, L. S.; TEIXEIRA, J. P.; MARTINS, N. E.; *et al.* Perfil de resistência antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus* sp. isoladas de queijo tipo coalho. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, n. 1, p. 130-133, 2004.

RESENDE, M. F. S. Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas características físico-químicas e microbiológicas. 2010. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência animal). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

REZENDE, D. C. Estratégias de coordenação e qualidade na cadeia de queijos finos. 2004. 187 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

RIBEIRO, L. A. O.; RODRIGUES, N. C.; FALLAVENA, L. C. B. *et al.* Listeriose em rebanhos de ovinos leiteiros na região Serrana do Rio Grande do Sul: relato de caso. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 58, n.3, p.316-319, 2006.

SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; REIS, R. A.; COAN, R. M. *et al.* Alterações Químicas e Microbiológicas nas Silagens de Capim-Tifton 85 após a Abertura dos Silos. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.2, p.464-471, 2005.

SANTOS, E. M. P. Identificação molecular e caracterização fenotípica de patógenos bacterianos em leite pasteurizado e queijo Minas Frescal e monitoramento de focos de contaminação na cadeia produtiva. 2008. 99p. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTOS, A. S. Queijo Minas Artesanal da microrregião do Serro-MG: Efeito da sazonalidade sobre a microbiota do leite cru e comportamento microbiológico durante a maturação. 2010. 68p. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

SAINT-ADOLPHE, J. C. R. Milliet de. Araxás. In: *Diccionario geographico, histórico e descriptivo do Império do Brazil*. Paris: Aillaud, 1845.

SAINT-HILAIRE, A. Viagem às nascentes do rio São Francisco. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.

SCHEERER, D.; CORTI, S.; MUEHLHERR, J. E. *et al.* Phenotypic and genotypic characteristics of *Staphylococcus aureus* isolates from raw bulk-tank milk samples of goats and sheep. *Veterinary Microbiology*, n. 101, p. 101-107, 2004.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESA – SEBRAE-PE. Série Agroindústria, Queijo Coalho: aspectos técnicos de produção. Recife, 1994. 44p.

SENNA, M. J. Perfil epidemiológico, resistência a antibióticos e aos conservantes nisina e sistema lactoperoxidase de *Staphylococcus* sp. Isolados de queijos coalho comercializados em Recife-PE. Belo Horizonte, MG. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. 75 p.

SILVA, J. G. Características físicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal da Canastra. 2007. 210 p. Dissertação (Mestrado em ciência dos alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, J. G.; ABREU, L. R.; MAGALHÃES, F. A. R. *et al.* Características físico-químicas do Queijo Minas Artesanal da Canastra. *Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes” (ILCT)*. Juiz de Fora. MG. v. 66. n. 380. p. 16-2, 2011

SISVAR, Versão 5.0, DEX/UFLA, Lavras, MG, 2007.

SHAPIRO, S. S. & WILK, M. B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 591–611.

SOBRAL, D.; TEODORO, V. A. M.; PINTO, M. S.; *et al.* Efeito da nisina na contagem de lactococcus e lactobacillus em queijo minas artesanal da região de Araxá-MG. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fors, v. 68, n. 391, p. 5-10, 2003.

SOUZA, C.F.V.; ROSA, T. D.; AVUB, M. A. Z. Changes in the microbiological and physicochemical characteristics of Serrano cheese during manufacture and ripening. *Braz. J. Microbiol.*, 34, p. 260-266, 2003.

SUHREN, G.; WALTE, H. G. First experiences with automatic flow cytometric determination of total bacteria count in raw milk. *Bulletin of the International Dairy Federation*, n. 358, p. 36-48, 2000.

ANEXO I
QUESTIONÁRIO DO PERFIL DAS PROPRIEDADES PRODUTORAS
DE QUEIJO ARTESANAL DA REGIÃO DE ARAXÁ – MINAS GERAIS
CADASTRADAS NO IMA
RELATÓRIO TÉCNICO DE VISITA A PROPRIEDADE

Data: _____
Professor: _____
Relatores: _____

Propriedade: _____
Localidade: _____
Proprietário: _____
Reside na propriedade () sim () não
Distância do município: _____
Endereço para correspondência: _____

CEP: _____
Entrevistado: _____
Veterinário responsável – técnico de assistência rural: _____
End.: _____
CEP: _____
Fone: _____

1. DADOS DA FAZENDA

Principal atividade: _____
Sistema de criação: _____
Assistência Veterinária: _____
Escrituração Zootécnica / Programa de Controle do Rebanho: _____
Área: _____
Área destinada à produção de leite: _____
Alimentação dos animais: _____
Divisão de pastos e/ou piquetes: _____
Origem da água: _____

2. DADOS DO REBANHO LEITEIRO

Número total de animais: _____
Composição genética: _____
Formação do rebanho:

Entrada de animais:

Vacas em lactação:

Vacas secas:

Novilhas:

Bezerras:

Touros:

3. PRODUÇÃO DE LEITE

Volume de leite diário e média:

Custo de produção:

Preço recebido:

Controle leiteiro:

Uso de BST:

Período lactação/seco:

Tipo de secagem:

4. ORDENHA

Tipo: _____

Local: _____

Horários:

Relação ordenhador/vaca:

Duração da ordenha:

Rotina pré-ordenha:

Rotina de pós ordenha:

Limpeza dos utensílios e equipamentos:

Pulsação:

Pressão de vácuo:

Sobre-ordenha:

Alimentação:

Análise da água:

Estocagem do leite (local e temperatura):

Limpeza do tanque de expansão:

5. CONTROLE DE MASTITE

Caneca telada:

CMT/CCS:

Tratamento:

Destino do leite durante o tratamento:

Período de retenção do leite:

6. PRODUÇÃO DO QUEIJO ARTESANAL

Horários e dias de produção:

Local / descrição da queijaria

Água: _____

Encarregado da produção/qualificação:

Utensílios utilizados e sanificação:

Ingredientes/quantidades/seleção:

Descrição dos procedimentos:

Maturação:

Comercialização:
