

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

Maria José Novaes Firmo

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS FISCAIS
DE QUEIJOS MINAS ARTESANAIS**

Rio Pomba

2022

Maria José Novaes Firmo

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS FISCAIS
DE QUEIJOS MINAS ARTESANAIS**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Maurilio Lopes Martins

Coorientadores: Antônio Fernandes de Carvalho

Liliane Denize Miranda Menezes

Rio Pomba

2022

Ficha Catalográfica elaborada pela Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais / Campus Rio Pomba
Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977

F525

Firmo, Maria José Novaes.

Diagnóstico da qualidade microbiológica de amostras fiscais de queijos minas artesanais./ Maria José Novaes Firmo. – Rio Pomba, 2022.

69p; il.

Orientador: Prof. Maurílio Lopes Martins

Dissertação (Mestrado Profissional) – Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

1. Queijos artesanais 2. Qualidade microbiológica. I. Martins, Maurílio Lopes. II. Título.

CDD: 637.3

Maria José Novaes Firmo

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS FISCAIS
DE QUEIJOS MINAS ARTESANAIS**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 31/08/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Antônio Fernandes de Carvalho
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa

Dra. Liliane Denize Miranda de Menezes
Doutora em Ciência Animal
Instituto Mineiro de Agropecuária

Dr. José Manoel Martins
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Sudeste MG

Prof. Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior
Doutor em Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa

Prof. Maurilio Lopes Martins
Doutor em Microbiologia Agrícola
IF Sudeste MG

Dedico este trabalho ao Dr. Antônio Cândido Martins Borges, *in memoriam*,
idealizador e primeiro Diretor Geral do Instituto Mineiro de Agropecuária.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, campus Rio Pomba pela oportunidade de realizar este trabalho;

À Deus pela minha mais perfeita saúde física e mental;

Aos meus pais pela minha formação;

Aos meus familiares e amigos pelo nosso convívio;

Ao meu marido Augusto pela paciência, carinho e amor;

Ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e aos colegas de trabalho pela oportunidade de desenvolvermos um trabalho digno e próspero;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo apoio financeiro;

Aos colegas do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelas experiências compartilhadas;

Ao Noé Either Ponce de Leon da Costa pela dedicação na realização das análises estatísticas;

Ao amigo Gilson de Assis Sales, pelo apoio, incentivo e contribuições para a realização deste trabalho;

Ao meu orientador, Prof. Maurilio Lopes Martins, pelos ensinamentos, orientações e dedicação;

Aos meus coorientadores, Prof. Antônio Fernandes de Carvalho e Dra. Liliane Denize Miranda de Menezes, pelo empenho e contribuições;

Aos professores Bruno Ricardo de Castro Leite Junior e José Manoel Martins pela participação na banca de defesa da dissertação e pelas considerações;

Aos docentes do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do campus Rio Pomba, pelo aporte profissional.

RESUMO

Minas Gerais é o maior Estado produtor de queijos artesanais do Brasil. Visando preservar as tradições de produção e garantir a qualidade sanitária, as leis, decretos e outras regulamentações têm sido constantemente atualizados. O Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), dentre suas atribuições fiscalizatórias e objetivando identificar o cumprimento das exigências microbiológicas definidas na legislação, coletou no período de 2010 a 2021, 1.390 amostras indicativas de Queijo Minas Artesanal (QMA), em 364 queijarias das microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro. As análises de coliformes a 35 °C, *Escherichia coli*, estafilococos coagulase positivo, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* foram realizadas no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do IMA, seguindo as metodologias analíticas determinadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. A contagem média de coliformes a 35 °C, *E. coli* e estafilococos coagulase positivo variaram entre 1,0 a 5,3 log UFC/g, 0,3 a 3,3 log UFC/g e 1,0 a 6,3 log UFC/g, respectivamente. Assim, 18,7%, 14,1% e 25,0% das amostras estavam em desacordo com a legislação, respectivamente, para esses grupos microbianos. Além disso, constatou-se presença de *Salmonella* spp. em uma amostra e de *L. monocytogenes* em sete. O percentual de não conformidades por microrregião avaliada foi de 30% em Araxá, 29% no Campo das Vertentes, 23% na Canastra, 44% no Cerrado, 32,5% na Serra do Salitre, 50% no Serro e 20% no Triângulo Mineiro. Dos queijos amostrados antes de completar o período mínimo de maturação exigido pela legislação estadual, 51,5% estavam não conformes, enquanto que para aqueles que completaram o tempo mínimo, esse índice foi de 24,2%, evidenciando que o tempo de maturação é essencial para a adequação dos QMA aos padrões microbiológicos. Os percentuais de não conformidade no período da seca e das chuvas apresentaram valores próximos sendo, 39,3% e 42,0%, respectivamente. Ao avaliar a evolução da qualidade microbiológica ao longo de 11 anos e ao comparar as microrregiões, constatou-se que não houve tendência à melhoria e que dentre os microrganismos indicadores de higiene, estafilococos coagulase positivo foi responsável pelo maior número de não conformidades, principalmente na microrregião do Serro. Assim, há necessidade da implantação de projetos e políticas públicas para a melhoria da qualidade microbiológica do QMA.

Palavras-chave: Minas Gerais. Queijos artesanais. Qualidade microbiológica. Legislação.

ABSTRACT

Diagnosis of the microbiological quality of fiscal samples of Artisanal Minas Cheese

Minas Gerais is the largest producer of artisanal cheeses of Brazil. In order to preserve production traditions and guarantee sanitary quality, laws, decrees and other regulations have been constantly updated. The Instituto Mineiro of Agropecuária (IMA), among its inspection duties and aiming to identify compliance with the microbiological requirements defined in the legislation, collected 1,390 indicative samples of Artisanal Minas Cheese (AMC) from 364 cheese dairies in the micro-regions of Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro and Triângulo Mineiro. The analysis of coliforms at 35 °C, *Escherichia coli*, coagulase positive staphylococci, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* were performed at the Laboratory of Microbiological Safety in Food at IMA, following the analytical methodologies determined by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply. The mean count of coliforms at 35 °C, *E. coli* and coagulase positive staphylococci ranged from 1.0 to 5.3 log CFU/g, 0.3 to 3.3 log CFU/g and 1.0 to 6.3 log CFU/g /g, respectively. Thus, 18.7%, 14.1% and 25.0% of the samples were in disagreement with the legislation, respectively, for these microbial groups. In addition, the presence of *Samonella* spp. in one sample and *L. monocytogenes* in seven. The percentage of non-compliance by microregion evaluated was 30% in Araxá, 29% in Campo das Vertentes, 23% in Canastra, 44% in Cerrado, 32.5% in Serra do Salitre, 50% in Serro and 20% in Triângulo Minero. Of the cheeses sampled before completing the minimum period of maturation required by the state legislation, 51,5 were non-compliant, while for those that completed the minimum time, this index was 24.2%, evidencing that the maturation time is essential for adequacy from ACM to microbiological standards. On the other rand, the percentages of non-compliance in the dry and rainy seasons showed very similar values (39.3% and 42.0% respectively). When evaluating the evolution of microbiological quality over 11 years and comparing the microregions, it was found that there was no improvement tendency in quality and that among the hygiene indicator microorganisms, coagulase-positive staphylococci were responsible for the highest number of nonconformities, especially in the Serro microregion. Thus, there is a need to implement projects and public policies to improve the microbiological quality of the AMC.

Keywords: Minas Gerais. Artisanal cheeses. Microbiological quality. Legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Brasil: Queijos artesanais e principais regiões produtoras	21
Figura 2. Microrregiões produtoras de queijos artesanais no Estado de Minas Gerais. 23	
Figura 3. Microrregiões produtoras de QMA no Estado de Minas Gerais.....	24
Figura 4. Percentual de amostras fiscais, por microrregião avaliada, não conforme com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação mineira ao longo do período estudado.....	44
Figura 5. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião de Araxá em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	47
Figura 6. Conformidade (círculo) e não conformidade (Triângulo) das amostras de QMA da microrregião de Campo das Vertentes em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	48
Figura 7. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião da Canastra em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	49
Figura 8. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Cerrado em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	50

Figura 9. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Serra do Salitre em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	51
Figura 10. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Serro em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	52
Figura 11. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Triângulo em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).....	53
Figura 12. Correlação entre tempo de maturação, ano de coleta análise das amostras e contagens microbianas dos QMA (A) Araxá, (B) Campo das Vertentes, (C) Canastra, (D) Cerrado, (E) Serra do Salitre, (F) Serro e (G) Triângulo Mineiro.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros microbiológicos do QMA exigidos pela legislação de Minas Gerais.....	28
Tabela 2. Trabalhos que demonstram a qualidade microbiológica dos QMA....	28
Tabela 3. Número de produtores amostrados nas microrregiões em estudo no período de 2010 a 2021	29
Tabela 4. Número de amostras analisadas por ano em cada microrregião no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do IMA	29
Tabela 5. Média e desvio padrão (Log UFC/g) da contagem de coliformes a 35 °C e de <i>E. coli</i> de amostras fiscais de QMA no período estudado por microrregião	37
Tabela 6. Percentual de amostras fiscais indicativas não conformes com os padrões estabelecidos pela legislação de Minas Gerais, no período de 2010 a 2021, em cada microrregião estudada.....	38
Tabela 7. Média e desvio padrão (Log UFC/g) da contagem de estafilococos coagulase positivo e estafilococos coagulase negativo de amostras fiscais de QMA no período estudado por microrregião.....	40
Tabela 8. Influência do tempo de maturação dos QMA na adequação aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação de Minas Gerais.....	45
Tabela 9. Influência dos períodos de chuva e seca na qualidade microbiológica dos QMA	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Legislações vigentes que tratam de queijos artesanais em Minas Gerais.....	26
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association of Official Agricultural Chemists</i> - Official Methods of Analysis
Col 35°C	Coliformes a 35°C
Col 45°C	Coliformes a 45°C
EL	<i>Elisa Linked Fluorescent Assay</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
GN	Gram Negativo
GP	Gram Positivo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Indicação Geográfica
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
ISO	Organização Internacional de Normatização
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAT	Tempo de maturação
QA	Queijo Artesanal
QMA	Queijo Minas Artesanal
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SIDAGRO	Sistema de Defesa Agropecuária de Minas Gerais
SISBI	Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal
UFC	Unidade Formadora de Colônia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL E EM MINAS GERAIS	20
3.2 QUEIJOS ARTESANAIS E SUA PRODUÇÃO NO BRASIL	20
3.3 QUEIJOS ARTESANAIS DE MINAS GERAIS	22
3.4 LEGISLAÇÃO DOS QA DE MINAS GERAIS	24
3.5 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS	29
4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS PELO LABORATÓRIO DE SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA EM ALIMENTOS DO IMA	30
4.2.1 PREPARO DO HOMOGENATO E DAS DILUIÇÕES	30
4.2.2 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES A 35 °C E DE <i>E. coli</i>	30
4.2.3 DETERMINAÇÃO DE ESTAFILOCOCCOS COAGULASE POSITIVO E DE ESTAFILOCOCCOS COAGULASE NEGATIVO	31
4.2.4. DETERMINAÇÃO DE <i>Salmonella</i> spp	31
4.2.5 DETERMINAÇÃO DE <i>L. monocytogenes</i>	32
4.2.6 IDENTIFICAÇÃO BIOQUÍMICA DE <i>Salmonella</i> spp. E DE <i>L.</i> <i>monocytogenes</i>	33
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MÉDIOS DAS AMOSTRAS FISCAIS DE QMA DAS MICRORREGIÕES AVALIADAS PELO IMA NO PERÍODO DE 2010 A 2021 ENTRE ELAS E COM A LEGISLAÇÃO MINEIRA.	34
4.4 AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA AO LONGO DO PERÍODO DE MATURAÇÃO ESTABELECIDO PELA LEGISLAÇÃO PARA CADA MICRORREGIÃO	34
4.5 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS DE SECA E CHUVA NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA	35

4.6 AVALIAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE TEMPO DE MATURAÇÃO, ANO DE COLETA E CONTAGENS MICROBIANAS DOS QMA.....	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MÉDIOS DAS AMOSTRAS FISCAIS DE QMA ENTRE AS MICRORREGIÕES E COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE EM MINAS GERAIS, BEM COMO AO LONGO DOS ANOS.	36
5.1.1 COLIFORMES A 35 °C E <i>E. coli</i>	36
5.1.2 ESTAFILOCOCOS COAGULASE POSITIVO E NEGATIVO	39
5.1.3 <i>Salmonella</i> ssp. E <i>Listeria monocytogenes</i>	42
5.2 PERCENTUAL DE NÃO CONFORMIDADE POR MICRORREGIÃO DAS AMOSTRAS FISCAIS INDICATIVAS DE QMA AVALIADAS PELO IMA NO PERÍODO DE 2010 A 2021	43
5.3 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE MATURAÇÃO DOS QMA EM RELAÇÃO A SUA CONFORMIDADE MICROBIOLÓGICA	44
5.4 INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS DE CHUVA E DE SECA NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA.....	54
5.5 CORRELAÇÃO ENTRE TEMPO DE MATURAÇÃO, ANO DE COLETA E CONTAGENS MICROBIANAS DOS QMA	55
6 CONCLUSÕES.	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos artesanais tem aumentado em diversas partes do mundo. Manifestos e campanhas internacionais realizadas pelos consumidores *Slow Food* relacionadas ao assunto, tem contribuído para este avanço. Dentre os alimentos artesanais, se destacam os queijos de leite cru, os quais são produzidos em muitos países e possuem propriedades específicas da região de origem. A forma artesanal de produção dos queijos consiste no modo simples de transformação da matéria-prima, leite, em queijo (SILVA et al., 2019). No Brasil, os queijos são produzidos em diversas regiões e cada uma tem o seu destaque com base nas características e peculiaridades do sabor de seu queijo, o que os tornam parte da alimentação cotidiana dos brasileiros (CANAL RURAL, 2019).

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor de leite do país. No ano de 2019 contribuiu com 27,11% da produção nacional (IBGE, 2021). Dessa forma, com a disponibilidade da matéria-prima, a produção dos queijos em Minas Gerais é cultura e história dos mineiros. Trata-se da unidade federativa com maior tradição na fabricação de queijos e a pioneira na normatização de legislação sanitária dos queijos artesanais (MONTEIRO; MATTA, 2018). Somado a isso, as pesquisas científicas desenvolvidas por várias instituições, entre elas Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Universidades e Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia têm contribuído para o aperfeiçoamento na produção dos queijos artesanais, na promoção da segurança alimentar e na preservação da tradição dos mineiros.

O queijo é um dos diversos produtos derivados do leite e apresenta alto valor nutricional. Porém, esse alimento pode ser considerado um possível veículo de patógenos por ser susceptível às contaminações microbiológicas, que podem ocorrer por meio do leite utilizado como matéria-prima ou por contaminações cruzadas durante ou após o processamento. Tais contaminações culminam na ocorrência de alterações, que podem tornar o queijo inaceitável para o consumo, podendo se tornar uma fonte de veiculação de microrganismos patogênicos (OLIVEIRA et al., 2021). Por outro lado, as bactérias lácticas são desejáveis aos queijos de leite cru e essenciais à maturação; conferem características sensoriais e

contribuem para a inocuidade destes produtos. Elas sintetizam compostos antimicrobianos como ácidos orgânicos (principalmente, ácido lático), peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono, acetaldeído, diacetil e bacteriocinas, que podem inibir o desenvolvimento da microbiota patogênica, atuando como biocontrole (CASTRO et al., 2016; McSWEENEY et al., 2017; CAMARGO et al., 2021a).

As bactérias lácticas nos Queijos Minas Artesanais (QMA) têm sido muito estudadas, podendo variar entre microrregiões e entre propriedades produtoras de uma mesma microrregião (CAMARGO et al., 2021b). A microbiota láctica pode indicar uma assinatura típica do QMA, sendo uma referência significativa para a identidade destes queijos, possibilitando a caracterização adequada de seu *terroir* com base em propriedades sensoriais e físico-químicas (NERO et al., 2021).

Com vista a garantir a qualidade sanitária na produção dos queijos artesanais, a atualização de leis, decretos e outras normas regulamentadoras têm sido contínua desde a promulgação da primeira lei inerente à produção de QMA, Lei nº 14.185 de 31/01/2002 (MINAS GERAIS, 2002). Os avanços nas legislações mineiras têm permitido um fortalecimento da cadeia produtiva, principalmente após a promulgação da Lei 23.157 de 18/12/2018 (MINAS GERAIS, 2018a), que apresenta um escopo mais abrangente, incluindo outros tipos de queijos artesanais, além do Queijo Minas, e da Portaria 1.937 de 14/08/2019 que normatiza a implantação do Selo Arte no Estado (MINAS GERAIS, 2019).

O Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) é o órgão estadual responsável por fiscalizar o cumprimento das leis, decretos e outras normas regulamentadoras, realizar a execução das políticas públicas de defesa agropecuária, oficializar o reconhecimento das microrregiões produtoras dos queijos artesanais, bem como pelas normatizações e fiscalizações dos estabelecimentos produtores em Minas Gerais. Objetivando identificar o cumprimento das exigências microbiológicas, e conforme definido nas normas de fiscalização, os fiscais agropecuários estaduais realizam coleta fiscal de queijos nas unidades produtoras e as análises são realizadas no laboratório oficial do Estado.

Nesse sentido, o interesse por identificar a qualidade microbiológica norteou a escolha dessa pesquisa, conforme definido nos padrões microbiológicos estabelecidos pelo Decreto nº 44.864 de 01/08/2008 (MINAS GERAIS, 2008) e pela Portaria IMA nº 2.033 de 23/01/2021 (MINAS GERAIS, 2021a). Optou-se por executá-la nas microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado,

Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro, por se tratar de microrregiões reconhecidas como produtoras de QMA durante o período estudado.

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram obter informações importantes para o gerenciamento de dados da qualidade microbiológica do QMA, buscando preservar pela produção segura dos queijos que possam ser comercializados, de forma a manter a tradição e cultura das regiões, que, mais do que um produto artesanal, é um legado que passa de pai para filho (BRUMANO, 2016; CUNHA, 2018).

Desta forma, o estabelecimento do diagnóstico para a identificação das condições microbiológicas dos QMA destas microrregiões ao longo dos últimos 11 anos permitirá ao governo de Minas Gerais desenvolver políticas públicas capazes de aperfeiçoar a sua produção; agregar qualidade ao produto; bem como garantir a comercialização de produtos seguros do ponto de vista microbiológico, o que por sua vez, impulsionará a sua comercialização e a demanda de mão de obra, beneficiando assim, as famílias das microrregiões produtoras.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer o diagnóstico da qualidade microbiológica de amostras fiscais dos QMA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os resultados microbiológicos médios das amostras fiscais de QMA das microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro, avaliadas pelo IMA no período de 2010 a 2021 entre elas e com a legislação vigente em Minas Gerais;
- Determinar o percentual de não conformidade por microrregião das amostras fiscais indicativas de QMA avaliadas pelo IMA no período estudado;
- Avaliar a influência do tempo de maturação dos QMA em relação a sua conformidade microbiológica;
- Avaliar a influência dos períodos de chuva e seca na qualidade microbiológica dos QMA;
- Avaliar a existência de correlação entre tempo de maturação, ano de coleta e contagens microbianas (coliformes a 35 °C, *Escherichia coli*, estafilococos coagulase positivo e estafilococos coagulase negativo) dos QMA.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL E EM MINAS GERAIS

A cadeia produtiva do leite e derivados é um setor importante na economia brasileira. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o país conta com mais de um milhão de propriedades leiteiras. É o terceiro maior produtor mundial de leite, responsável pela produção de cerca de mais de 34 bilhões de litros/ano. Possui produção em 98% dos municípios do país com predomínio das pequenas e médias propriedades, culminando assim, no emprego de, aproximadamente, 4 milhões de pessoas (MAPA, 2021).

O Brasil tem potencial para ser exportador de *commodities* lácteas. Assim, o agronegócio brasileiro é expressivo, dinâmico e competitivo. A produção leiteira teve, em 2019, crescimento anual em média de 3,7% ao ano, valor superior ao crescimento mundial de 3,1%. Há abundância nos principais fatores de produção: recursos hídricos, terra, capital, trabalho e tecnologia, mas, no entanto, o país ainda não se desvinculou da condição de importador (ROCHA; CARVALHO, 2020).

Os Estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Santa Catarina são os maiores produtores de leite, responsáveis por 70% da produção nacional (COMPRERURAL, 2021). Entretanto, Minas Gerais se sobressaiu aos demais e no ano 2019 teve um aumento de 5,7% na produção, atingindo 9,7 bilhões de litros de leite, o que correspondeu a 27,11% da produção nacional (IBGE, 2021).

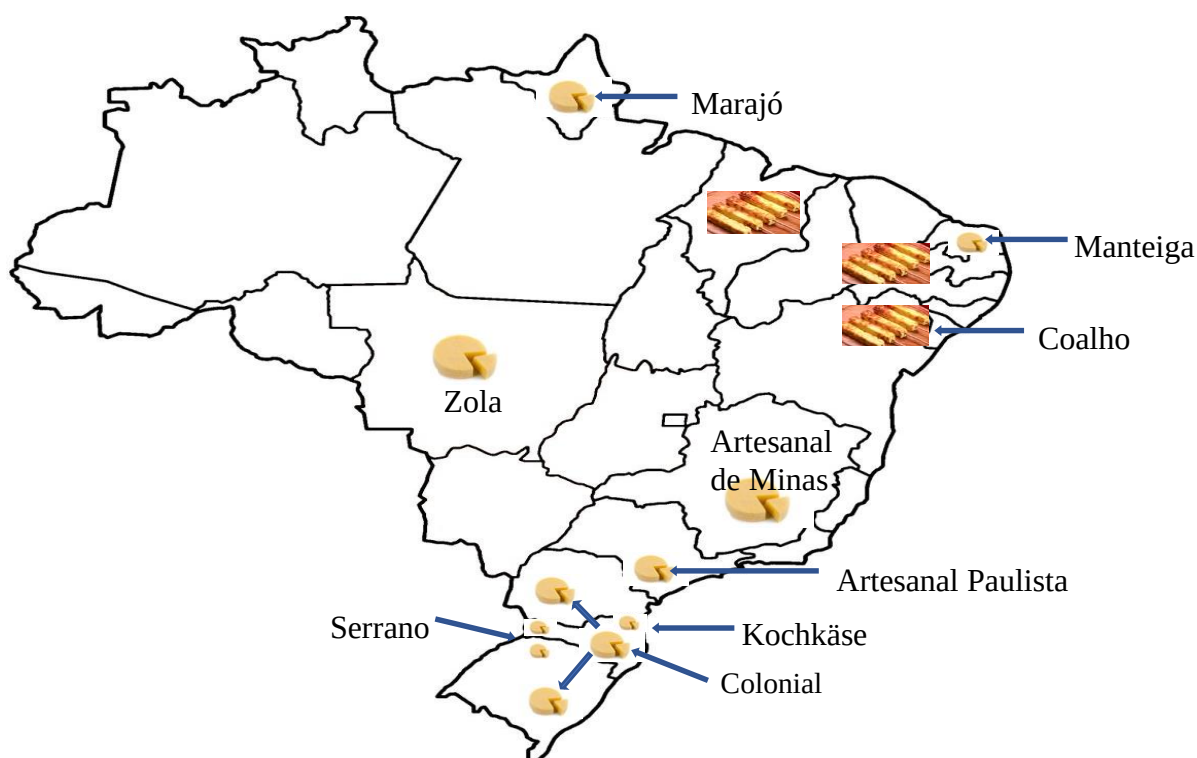
3.2 QUEIJOS ARTESANAIS E SUA PRODUÇÃO NO BRASIL

A agricultura no Brasil é diversificada nos mais diversos aspectos, entre eles no modo de produção. Entre as diversas tecnologias, o sistema familiar se consolida utilizando estratégias próprias e transformando a sua produção em produtos agroindustriais, de forma a agregar valor a sua produção, gerar trabalho e renda (PASSINI, 2020). Neste contexto de produção, os queijos artesanais estão entre os meios mais eficientes para a geração de renda e agregação de valor para os agricultores familiares. Segundo o MAPA, havia cerca de 170.000 produtores de queijos artesanais em todo o país (MAPA, 2019).

No Brasil existe uma variedade de queijos artesanais, cada um com suas particularidades regionais que os distinguem, principalmente em relação ao modo de produção, envolvendo valores construídos historicamente com vínculos de identidade social e cultural com o território, abrangendo os agricultores, produtores dos queijos, comerciantes e consumidores (PACHECO et al., 2021). Assim, os queijos artesanais apresentam relevante importância histórica, socioeconômica e cultural, se distinguem por sua tradição secular em fabricação, que é passada de uma geração para outra, mantendo suas características únicas quando comparados aos produtos industrializados (MARGALHO, 2020).

O queijo artesanal brasileiro apresenta uma qualidade única, relacionada ao seu modo tradicional de produção e às características de suas matérias-primas e ingredientes. Assim, dentre os mais conhecidos, tem-se, na região Norte, o Queijo do Marajó; no Nordeste, o Coalho e Queijo-Manteiga; na região Centro-Oeste o Zola; na região Sudeste tem-se o artesanal Paulista e os Artesanais de Minas; no Sul, o Colonial, o Serrano e o Kochkäse (Figura1).

Figura 1 – Brasil: Queijos artesanais e principais regiões produtoras



Fonte: autoria própria

Muitos outros queijos artesanais são produzidos no Brasil; no entanto, eles não se tornaram tão populares porque sua produção é pequena e sua disponibilidade é limitada a um nicho de mercado local (PENNA; GIGANTE; TODOROV, 2021).

Diante de uma realidade de lutas para o seu reconhecimento, os queijos artesanais brasileiros receberam elogios e medalhas na quarta edição do *Mondial du Fromage et des Produits Laitiers* realizado em Tours, França, no ano de 2019, onde 23 países participaram deste concurso com 952 queijos. O Brasil participou com 127 queijos e obteve 58 premiações, sendo quatro medalhas super ouro, sete ouro, 21 prata e 26 bronze (MARINI, 2019). Em 2021, na quinta edição do mesmo evento, houve a participação de 46 países e 940 queijos concorrentes, e novamente os queijos brasileiros se destacaram, conquistando 57 medalhas, sendo cinco super ouro; 11 ouro; 24 prata e 17 bronze, ficando em segundo lugar geral do concurso, atrás apenas da própria França (MILKPOINT, 2021).

3.3 QUEIJOS ARTESANAIS DE MINAS GERAIS

De acordo com o Sistema de Defesa Agropecuária de Minas Gerais, o Estado tem um rebanho de 8.440.234 vacas em 184.660 propriedades rurais distribuídas nos 853 municípios mineiros (SIDAGRO, 2022). Assim, com a disponibilidade da matéria-prima, produzir queijo em Minas Gerais faz parte da cultura e da história.

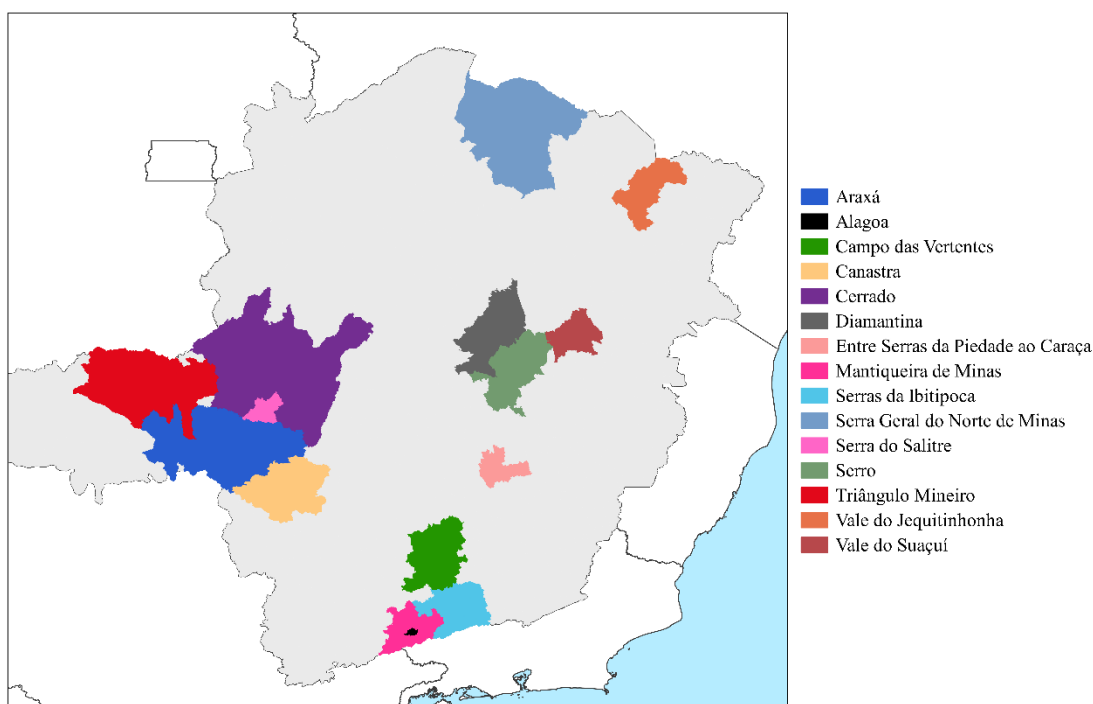
O Queijo Artesanal é o mais antigo e tradicional do país (CARNEIRO et al., 2020). O Decreto nº 48.024 de 19/08/2020 define o Queijo Artesanal como “queijo elaborado com leite integral fresco, cru e com características de identidade e qualidade específicas” (MINAS GERAIS, 2020a). A singularidade deste produto tem conquistado maior espaço no comércio de queijos no Brasil, atingindo uma classe com poder aquisitivo mais elevado e com maior conhecimento de produtos com qualidade (OLIVEIRA et al., 2018).

Sua produção é representada, principalmente, por agricultores familiares, com produção média de 15,3 kg/dia (AGÊNCIA MINAS, 2021a). A agroindústria familiar na cadeia do leite possui 7.063 estabelecimentos dedicados à produção de queijos artesanais (EMATER, 2022), evidenciando assim, sua importância histórica, cultural e econômica para Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2018).

A habilidade dos mineiros em fazer queijos foi ressaltada durante o *Araxá International Cheese Awards* nos anos 2021 e 2022, evento que contou com a participação de diversos países e os queijos mineiros conquistaram 66 medalhas das 118 premiações em 2021 (AGÊNCIA MINAS, 2021b) e 46 medalhas das 96 premiações em 2022 (EXPOQUEIJOS, 2022).

O IMA é o órgão estadual responsável pelo reconhecimento da caracterização das microrregiões, pelas normatizações e fiscalizações dos produtos de origem animal, entre eles, os queijos artesanais (MINAS GERAIS, 2008). Atualmente, Minas Gerais tem 15 microrregiões reconhecidas oficialmente como produtoras de queijos artesanais: Alagoa, Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Diamantina, Entre Serras da Piedade ao Caraça, Mantiqueira de Minas, Serras da Ibitipoca, Serra Geral do Norte de Minas, Serra do Salitre, Serro, Triângulo Mineiro, Vale do Jequitinhonha e Vale do Suaçuí (Figura 2).

Figura 2 – Microrregiões produtoras de queijo artesanal em Minas Gerais



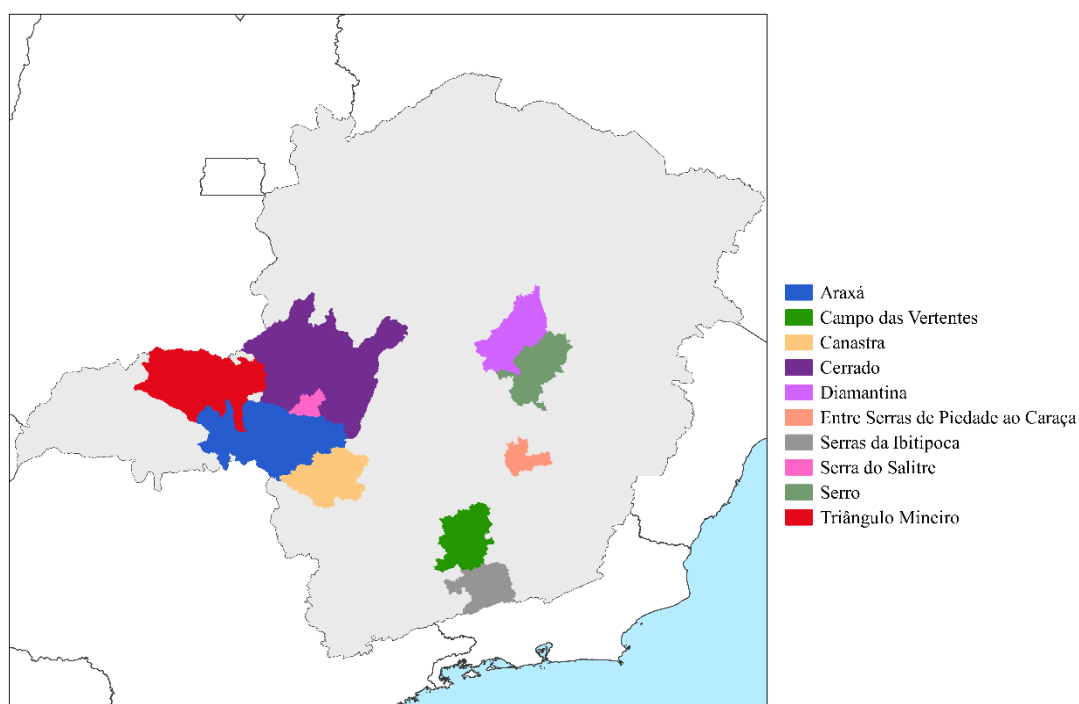
Fonte: Autoria própria

As microrregiões de Araxá, Campos das Vertentes, Canastra, Cerrado, Diamantina, Entre Serras da Piedade ao Caraça, Serras da Ibitipoca, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro são produtoras de QMA (Figura 3), que é

elaborado, a partir do leite cru, hígido, integral, de produção própria, com utilização de soro fermento (pingo), 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, 2020b).

A identificação geográfica da microrregião do Serro foi reconhecida pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) em 2011 e a da microrregião da Canastra em 2012 (INPI, 2022).

Figura 3 - Microrregiões produtoras de QMA no Estado de Minas Gerais



Fonte: Autoria própria.

3.4 LEGISLAÇÃO DOS QUEIJOS ARTESANAIS DE MINAS GERAIS

Com base na pesquisa, no conhecimento científico e em análises laboratoriais, esse alimento passou, a partir dos anos 90, a ser visto como uma preocupação no âmbito da saúde pública. Nesse sentido, surgiram convênios, programas de governo, seminários e audiências públicas com a finalidade de regulamentar a produção artesanal dos queijos e preservar a tradição (CINTRÃO, 2016).

A produção nacional de produtos de origem animal era normatizada pela Lei nº 1.283 de 18/12/1950 (BRASIL, 1950), regulamentada pelo Decreto nº 30.691 de 29/03/1952 (BRASIL, 1952), no qual os produtos artesanais não foram contemplados, tornando-se, assim, ilegais por falta de regimento. Neste contexto, os queijos artesanais produzidos com leite cru representavam um desafio para os órgãos regulamentadores. Minas Gerais é o Estado brasileiro pioneiro nas normatizações para a produção dos queijos artesanais (Quadro 1) e na adesão ao Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI).

O período de maturação para os queijos artesanais produzidos a partir do leite cru é um fator importante, podendo interferir na inocuidade destes produtos. A atualização do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2017) reitera a possibilidade de redução do período de maturação, inicialmente estabelecido por 60 dias pela Portaria MAPA nº 146 (BRASIL, 1996) desde que haja estudos científicos que comprovem a qualidade e inocuidade destes queijos (ARAÚJO et al., 2020).

Os períodos de maturação dos QMA são definidos pelo IMA de acordo com estudos científicos validados pela EPAMIG (MINAS GERAIS, 2018a). Variam entre as microrregiões caracterizadas ou não como produtoras. O período mínimo de maturação para as microrregiões de Araxá, Canastra e Serra do Salitre é, atualmente, de 14 dias, para a microrregião do Serro é de 17 dias e para as demais microrregiões é de 22 dias ou pelo maior período especificado em estudos científicos (MINAS GERAIS, 2021b).

A qualidade dos produtos artesanais tem sido intensamente debatida pelos consumidores, pela cadeia produtiva, órgãos regulamentadores e pelo Ministério Público Estadual. As entidades de ensino e pesquisa contribuem, em especial, com os dados obtidos, para a preservação da tradição e inocuidade, o que possibilita a constante atualização das leis, decretos e outras normas disciplinares. Estes avanços nas legislações têm fortalecido a cadeia produtiva, principalmente, após a promulgação da Lei nº 23.157 de 18/12/2018 (MINAS GERAIS, 2018a), regulamentada pelo Decreto nº 48.024 de 18/08/2020 que apresenta um escopo mais abrangente, incluindo outros tipos de queijos artesanais, além do QMA (MINAS GERAIS, 2020a). O fato de o Estado estar inserido no sistema SISBI desde 2010 possibilitou a implantação e a normatização do selo ARTE, estabelecido pela Portaria nº 1.937 de 14/08/2019 (MINAS GERAIS, 2019).

Quadro 1. Legislações vigentes que tratam de queijos artesanais em Minas Gerais

Legislação	Atuação	Ano de publicação	Referência
Instrução Normativa nº 161	Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos	2022	Brasil, 2022a
Decreto 11.099	Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18/12/1950, e a Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019, para dispor sobre a elaboração e a comercialização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal.	2022	Brasil, 2022b
Portaria IMA nº 2141	Identifica a região Entre Serra da Piedade ao Caraça como produtora de QMA.	2022	Minas Gerais, 2022a
Portaria IMA nº 2129	Identifica a região de Diamantina como produtora de QMA.	2022	Minas Gerais, 2022b
Portaria IMA nº 2124	Altera a Portaria IMA nº 694, de 17 de novembro de 2004.	2022	Minas Gerais, 2022c
Portaria IMA nº 2.087	Inclui municípios na região do Vale do Jequitinhonha como produtora de queijo cabacinha.	2021	Minas Gerais, 2021b
Portaria IMA nº 2.051	Define o período de Maturação do QMA produzido nas microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro.	2021	Minas Gerais, 2021c
Portaria IMA nº 2.050	Estabelece regulamento técnico de identidade e qualidade do QA de Alagoa.	2021	Minas Gerais, 2021d
Portaria IMA nº 2.049	Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do QA Mantiqueira de Minas.	2021	Minas Gerais, 2021e
Portaria IMA nº 2.033	Dispõe sobre os parâmetros e padrões físico-químicos e microbiológicos de alimentos de origem animal e água de abastecimento.	2021	Minas Gerais, 2021a
Decreto nº 48.024	Regulamenta a Lei nº 23.157.	2020	Minas Gerais, 2020a
Portaria IMA nº 2.016	Identifica a Região Serras da Ibitipoca como Produtora do QMA e Revoga a Portaria IMA nº 1834, de 04 de julho de 2018.	2020	Minas Gerais, 2020c
Portaria IMA nº 1.990	Altera a Portaria IMA nº 1427, de 29 de agosto de 2014.	2020	Minas Gerais, 2020d
Portaria IMA nº 1.986	Identifica o município de Alagoa como produtor do QA de Alagoa.	2020	Minas Gerais, 2020e
Portaria IMA nº 1.985	Identifica região Mantiqueira como produtora do QA Mantiqueira de Minas.	2020	Minas Gerais, 2020f
Portaria IMA nº 1.969	Dispõe sobre a produção de QMA em queijarias e entrepostos localizados dentro de microrregiões definidas e demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de QMA.	2020	Minas Gerais, 2020b
Decreto nº 10.468	Altera o Decreto nº 9.013, de 29/03/2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18/12/1950, e a Lei nº 7.889, de 23/11/1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.	2020	Brasil, 2020
Lei Federal nº 13.860	Dispõe sobre elaboração comercialização de QA's e dá outras providências.	2019	Brasil, 2019
Portaria IMA nº 1.937	Dispõe sobre a habilitação sanitária dos QA's e da concessão do Selo Arte às queijarias com habilitação sanitária no IMA.	2019	Minas Gerais, 2019
Lei Federal nº 13.680	Altera a Lei nº 1.283, de 18/12/1950.	2018	Brasil, 2018
Lei Estadual nº 23.157	Dispõe sobre a comercialização dos QA de Minas Gerais.	2018	Minas Gerais, 2018a
Portaria IMA nº 1.825	Identifica a região da Serra Geral do Norte de Minas como produtora de QA.	2018	Minas Gerais, 2018b
Decreto nº 9.013	Regulamenta as Lei nº 1.283, de 18/12/1950, e nº 7.889, de 23/11/ 1989.	2017	Brasil, 2017
Portaria IMA nº 1.736	Altera a Portaria nº 1.305/2013, de 30 de abril de 2013, que dispõe sobre o período de maturação do QMA.	2017	Minas Gerais, 2017
Portaria IMA nº 1.687	Altera o artigo 1º da Portaria nº 694, de 17 de novembro de 2004, para incluir o município de São João Batista do Glória na microrregião da Canastra.	2016	Minas Gerais, 2016
Portaria IMA nº 1.453	Identifica a região de Alagoa como produtora de queijo tipo parmesão do modo artesanal.	2014	Minas Gerais, 2014a
Portaria IMA nº 1.428	Identifica a microrregião da Serra do Salitre como produtora do QMA.	2014	Minas Gerais, 2014b
Portaria IMA nº 1.427	Identifica a região do Vale do Suaçuí como produtora de parmesão no modo artesanal.	2014	Minas Gerais, 2014c
Portaria IMA nº 1.403	Identifica a região do Vale do Jequitinhonha como produtora do queijo cabacinha.	2014	Minas Gerais, 2014d
Portaria IMA nº 1.397	Identifica a microrregião do Triângulo Mineiro como produtora de QMA.	2014	Minas Gerais, 2014e
Portaria IMA nº 1.186	Proíbe o uso de aditivos e coadjuvantes de tecnologia ou elaboração na fabricação do QMA.	2011	Minas Gerais, 2011a
Portaria IMA nº 1.152	Inclui município na microrregião do Serro.	2011	Minas Gerais, 2011b
Portaria IMA nº 1.022	Identifica a microrregião Campo das Vertentes	2009	Minas Gerais, 2009a
Portaria IMA nº 1.021	Inclui município na microrregião do Cerrado	2009	Minas Gerais, 2009b
Portaria IMA nº 874	Altera denominação da microrregião Alto Paranaíba como produtora QMA.	2007	Minas Gerais, 2007
Portaria IMA nº 694	Identifica a microrregião da Canastra.	2004	Minas Gerais, 2004
Portaria IMA nº 619	Identifica a microrregião do Alto Paranaíba como produtora do QMA.	2003	Minas Gerais, 2003a
Portaria IMA nº 594	Identifica a microrregião de Araxá.	2003	Minas Gerais, 2003b
Portaria MAPA nº 146	Aprova regulamentos técnicos de Identidade e Qualidade dos Prod. Lácteos	1996	Brasil, 1996
Lei Federal nº 7.889	Dispõe sobre inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências.	1989	Brasil, 1989
Lei Federal nº 1.283	Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos prod. de origem animal.	1950	Brasil, 1950

QA: Queijos artesanais

3.5 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA

Os ingredientes usados para a produção do QMA são simples (leite cru, pinga, coalho e sal) para a maioria das variedades. Entretanto, a microbiota do queijo é crucial nesse ecossistema complexo, dinâmico e diverso, com repercussões na qualidade e autenticidade geral do queijo (GOBBETTI et al., 2018).

A produção de alimentos contaminados com patógenos provenientes da matéria prima, da manipulação e/ou do processamento inadequado torna-se um risco para a saúde pública (OLIVEIRA et al., 2021). Visando preservar a tradição e garantir a segurança dos queijos produzidos em Minas Gerais, várias exigências sanitárias, entre elas, as boas práticas de produção e de fabricação, propriedades livres de brucelose e tuberculose, tratamento da água, análise microbiológica da matéria prima e dos queijos produzidos estão regulamentadas pelo Decreto 48.024 de 19/08/2020 (MINAS GERAIS, 2020a).

Dentre os critérios de qualidade, o conhecimento do nível microbiológico é fator indispensável. Nesse sentido, visando verificar a qualidade dos queijos produzidos em Minas Gerais, o IMA, no período de 2010 a 2021 coletou 1.390 amostras fiscais de QMA das microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro, que foram analisadas no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do IMA, localizado em Contagem, Minas Gerais.

Os parâmetros microbiológicos do QMA são tratados pelo Decreto nº 44.864 de 01/08/2008 (MINAS GERAIS, 2008) e Portaria IMA nº 2.033 de 23/01/2021 (MINAS GERAIS, 2021a), que estabelecem parâmetros a serem seguidos em relação ao padrão de coliformes a 35 °C e a 45 °C, estafilococos coagulase positivo, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* (Tabela 1).

Muitos trabalhos científicos relacionados à qualidade microbiológica dos QMA são reportados na literatura (Tabela 2), os quais indicam que não há conformidade nos queijos estudados em relação aos parâmetros microbiológicos exigidos em Minas Gerais.

Tabela 1. Parâmetros microbiológicos do QMA exigidos pela legislação de Minas Gerais

Grupo microbiano	Decreto nº 44.864 (MINAS GERAIS, 2008) Portaria nº 2.033 (MINA GERAIS, 2021a)					
	n	c	m		M	
			UFC/g	Log UFC/g	UFC/g	Log UFC/g
Coliformes a 35 °C	5	2	$1,0 \times 10^3$	3,00	$5,0 \times 10^3$	3,70
Coliformes a 45 °C	5	2	$1,0 \times 10^2$	2,00	$5,0 \times 10^2$	2,70
Estafilococos coagulase positivo	5	2	$1,0 \times 10^2$	2,00	$1,0 \times 10^3$	3,00
<i>Salmonella</i> spp. em 25g	5	0	Ausência		Ausência	
<i>L. monocytogenes</i> em 25g	5	0	Ausência		Ausência	

n = número mínimo de amostras; c = número máximo de amostras entre os limites m e M; m = limite mínimo do nível intermediário; M = limite máximo do nível intermediário.

Tabela 2. Trabalhos que demonstram a qualidade microbiológica dos QMA

Trabalho	Coliformes a 35 °C	Coliformes a 45 °C	Estafilococos coagulase positivo	<i>Salmonella</i> spp. (em 25 g)	<i>L. monocytogenes</i> (em 25 g)	Referência
Características microbiológicas e estudo da biodiversidade de queijo Minas artesanal da região das Entre Serras: da Piedade ao Caraça	2,0 a 8,18 log UFC/g	ND	2,0 a 6,26 log UFC/g	Ausente	Ausente	Costa, 2021
Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal do Campo das Vertentes	3,0 a 6,0 log UFC/g	< 2,0 log UFC/g	3,7 a 5,5 log UFC/g	Ausente	Ausente	Sá et al., 2021
Microbiological characteristics of canastra cheese during manufacturing and ripening	< 1 a 6,4 log UFC/g	< 1,0 a 5,8 UFC/g	< 1 a 7,6 log UFC/g	Ausente	Presente	Campos et al., 2021
Microbial safety status of Serro artisanal cheese produced in Brazil	ND	ND	< 100 a > 100.000 UFC/g	Ausente	Ausente	Andretta et al., 2019
Maturação e características de qualidade do queijo Minas artesanal do Serro – MG	2,53 a 4,94 NMP/g	2,43 a 4,94 NMP/g	2,2 a 5,6 log UFC/g	Ausente	NR	Figueiredo, 2018
Lactic acid microbiota identification in water, raw milk, endogenous starter culture, and fresh Minas artisanal cheese from the Campo das Vertentes region of Brazil during the dry and rainy seasons	120 a > 11.000 NMP/g	63 a > 11.000 NMP/g	< $1,0 \times 10^3$ a $7,2 \times 10^7$ UFC/g	Ausente	NR	Castro et al., 2016
Impacto do tipo de fermento endógeno na qualidade e tempo de maturação de queijo minas artesanal produzido em propriedades cadastradas pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária) na região do Serro-MG	< 1 a 3,75 log UFC/g	< 1 a 1,5 log UFC/g	< 1,0 a 4,25 log UFC/g	Ausente	Ausente	Brumano, 2016

NR = Não realizado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram utilizados, nesse trabalho, dados da qualidade microbiológica de 1.390 amostras fiscais coletadas pelo IMA no período de 2010 a 2021 e analisadas no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do IMA, localizado em Contagem, Minas Gerais. As amostras foram coletadas em 364 propriedades (Tabela 3), localizadas nas microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro, sendo que o número de amostras por ano em cada uma das microrregiões foi variado (Tabela 4).

Tabela 3. Número de produtores amostrados nas microrregiões em estudo no período de 2010 a 2021

Microrregião	Número de Produtores Amostrados
Araxá	27
Campo das Vertentes	7
Canastra	77
Cerrado	74
Serra do Salitre	13
Serro	152
Triângulo Mineiro	14
Total	364

Tabela 4. Número de amostras analisadas por ano em cada microrregião no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do IMA

Ano	Microrregião							Total
	Araxá	Campo das Vertentes	Canastra	Cerrado	Serra do Salitre	Serro	Triângulo Mineiro	
2010	7	1	22	21	6	67	0	124
2011	18	1	19	27	3	79	0	147
2012	10	3	21	16	0	45	0	95
2013	16	2	31	32	8	83	4	176
2014	6	3	60	33	6	95	3	206
2015	9	2	43	13	8	43	3	121
2016	7	4	24	6	1	30	0	72
2017	17	3	47	33	5	112	5	222
2018	8	0	54	18	2	63	5	150
2019	1	4	8	0	0	19	0	32
2020	0	0	0	7	1	18	0	26
2021	0	1	8	0	0	10	0	19
Total	99	24	337	206	40	664	20	1390

Fonte: Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do Instituto Mineiro de Agropecuária.

De 2010 a 2018 foram coletadas em média 145 amostras/ano. Em 2019 houve uma redução deste quantitativo em função do período de transição para a implantação da legislação federal para os produtos artesanais (Selo Arte, Lei Federal nº 13.680 de 14 de junho de 2018 - BRASIL, 2018). Esta diminuição persistiu nos anos 2020 e 2021 em função da pandemia de COVID 19.

4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS PELO LABORATÓRIO DE SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA EM ALIMENTOS DO IMA

As metodologias analíticas empregadas durante os ensaios seguiram aquelas determinadas pelo MAPA ao longo dos anos de 2010 a 2021. À medida que alguma metodologia era atualizada, o laboratório adotava a metodologia empregada, de forma a atender o sistema de fiscalização e inspeção e o mercado interno.

4.2.1 PREPARO DO HOMOGENATO E DAS DILUIÇÕES

Alíquotas de 25 g de cada amostra de QMA foram pesadas e acondicionadas assepticamente em sacos plásticos estéreis. Em sequência, foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Inglaterra) e as amostras foram homogeneizadas, com auxílio de um homogeneizador tipo stomacher (Intescience, Bagmixer 400 P, Roubaix, France), por 60 segundos. Diluições decimais foram preparadas a partir da diluição inicial (10^{-1}) até a diluição 10^{-4} em tubos contendo 9,0 mL de solução salina peptonada 0,1%.

4.2.2 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES A 35 °C E DE *E. coli*

Para enumeração de bactérias do grupo coliformes utilizou-se o método Petrifilms™ EC (3M™, St Paul, Minnesota, USA) de acordo com AOAC (2019a). A partir da diluição 10^{-2} foram pipetadas alíquotas de 1,0 mL e transferidas para Placas Petrifilms™ EC e estas foram incubadas em estufa a 35 ± 1 °C por 48 h. As contagens foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante, em que as colônias que apresentaram coloração rósea com formação de gás foram consideradas como coliformes a 35 °C e as colônias que apresentaram coloração arroxeada com formação de gás foram consideradas *E. coli*.

4.2.3 DETERMINAÇÃO DE ESTAFILOCOCOS COAGULASE POSITIVO E DE ESTAFILOCOCOS COAGULASE NEGATIVO

A enumeração de bactérias do gênero *Staphylococcus* spp. foi realizada de acordo com o protocolo ISO (2019). A partir da diluição 10^{-2} foram pipetadas alíquotas de 0,1 mL que foram transferidas para Placas de Petri contendo ágar Baird-Parker (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Inglaterra) enriquecido com emulsão de gema de ovo em solução salina 0,85% (1:1) e solução de telurito de potássio 1%. Após espalhamento da alíquota, com auxílio de alça de Drigalsky, as placas foram incubadas invertidas em estufa a 37 ± 2 °C por 48h. Foram consideradas colônias típicas de *Staphylococcus* spp. as que se apresentavam negras, brilhantes com anel opaco, rodeadas por um halo claro, transparente e destacado sobre a opacidade do meio e, como colônias atípicas as acinzentadas ou negras brilhantes, sem halo ou com apenas um dos halos.

Para o teste de coagulase, foram selecionadas cinco colônias típicas e cinco colônias atípicas e repicadas, cada uma, em tubos de ensaio com tampa de rosca contendo 0,5 mL de caldo *Brain Heart Infusion* - BHI (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Inglaterra), os quais foram incubados por 24 horas a 35 ± 2 °C. Após este período foi inserido em cada tubo, 0,3 mL de plasma de coelho oxalatado previamente hidratado conforme recomendação do fabricante (Coagu-plasma, Laborclin, Pinhais, Paraná). Nova incubação por 4 horas a 35 ± 2 °C foi feita para a observação de formação de coágulos. Era possível identificá-los ao inclinar os tubos para os lados suavemente a cada 30 minutos durante 4h (ou até um máximo de 24 h) procurando a presença dos coágulos, que caracterizava a positividade da prova.

4.2.4. DETERMINAÇÃO DE *Salmonella* spp.

Para a pesquisa de *Salmonella* spp., alíquotas de 25 g de cada amostra de QMA foram pesadas e acondicionadas assepticamente em sacos plásticos estéreis. Para o pré-enriquecimento, 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Inglaterra) foram adicionados à amostra que foi homogeneizada com auxílio de um homogeneizador tipo stomacher por 120 segundos, e incubada em estufa a 37 ± 1 °C por 18 ± 2 h. Posteriormente, 0,1 mL da

amostra pré-enriquecida foi transferido para tubos contendo 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis R10 (Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha), que foi incubado em banho-maria a $41,5 \pm 1$ °C por 24 ± 3 h. Após esse período, foi empregada a metodologia Elisa Linked Fluorescent Assay (ELFA) pelo equipamento Vidas™30 (bioMérieux, Hazelwood, Missouri, USA) segundo a AOAC (2019b), sendo que 0,5 mL do caldo foi transferido para barretas específicas para pesquisa de *Salmonella* spp. e que, após 15 minutos submetidos a 100 °C, foram inseridas no equipamento Vidas™30 para leitura em até 48 minutos.

Nas amostras positivas, para realização do isolamento e seleção das bactérias, realizou-se o repique a partir do caldo Rappaport-Vassiliadis em ágar Rambach (Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha), que foi incubado em estufa a 37 ± 1 °C por 24 ± 3 h (ISO, 2017; AOAC, 2019c). As colônias típicas apresentam-se pequenas, bem circunscritas, brilhantes e de cor róseo-púrpura a róseo-pardo.

4.2.5 DETERMINAÇÃO DE *L. monocytogenes*

Para a pesquisa de *L. monocytogenes*, alíquotas de 25 g de cada amostra de QMA foram pesadas e acondicionadas assepticamente em sacos plásticos estéreis. Em sequência, foram adicionadas 225 mL de caldo Half Fraser (bioMérieux, Hazelwood, Missouri, USA), e as amostras foram homogeneizadas, com auxílio de um homogeneizador tipo stomacher por 60 segundos, sendo em seguida incubadas em estufa a 30 ± 1 °C por 25 ± 1 h. Posteriormente, 0,1 mL dessa solução primária foi transferido para 10 mL de caldo Fraser (bioMérieux, Hazelwood, Missouri, USA) e incubado em estufa a 36 ± 1 °C por 48 ± 2 h. Após esse período, foi empregada a metodologia Elisa Linked Fluorescent Assay (ELFA) pelo equipamento Vidas™30 (bioMérieux, Hazelwood, Missouri, USA) segundo a AOAC (2019d), sendo que 0,5 mL do caldo foi transferido para barretas específicas para pesquisa de *L. monocytogenes* e foram inseridas no equipamento Vidas™30 para leitura em até 72 minutos.

Nas amostras positivas, para isolamento de colônias, foi utilizada uma alça descartável, sendo esse cultivo repicado em Ágar Palcam (Becton, Dickinson and Company, Le Pont de Claix, França) e as placas incubadas invertidas em estufa a 36 ± 1 °C por 24 ± 2 h (ISO 2020, AOAC 2019e). As colônias típicas apresentam-se enegrecidas, em forma de botão, gerando um halo enegrecido ao seu redor.

4.2.6 IDENTIFICAÇÃO BIOQUÍMICA DE *Salmonella* spp. E DE *L. monocytogenes*

Após incubação das amostras positivas nos testes imunoenzimáticos para *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes* em meios seletivos, as colônias isoladas nesses meios foram novamente repicadas em ágar sangue de carneiro (a fim de confirmar a pureza da amostra e facilitar a coleta de colônias homogêneas) sendo, então, incubadas invertidas por 24 h em estufa bacteriológica em temperatura e condições ótimas de crescimento para cada bactéria. Para conferir as características morfo-tintoriais das colônias, foram feitos esfregaços e coloração de Gram de todas as amostras que foram submetidas à análise bioquímica. Para cada tipo de características morfo-tintoriais, foram utilizados diferentes tipos de cartões empregados nos testes bioquímicos do Vitek™2. Para identificação de colônias de bactérias Gram positivas foram utilizados cartões GP (Gram *positive*), para colônias de Gram negativos foram utilizados cartões GN (Gram *negative*) (bioMeriéux, Hazelwood, Missouri, USA).

Posteriormente, colônias bem isoladas no ágar sangue foram transferidas, com o auxílio de uma alça descartável de 0,1 µL, para um tubo de poliestireno transparente com 3 mL de solução fisiológica (0,45%) estéril, formando uma suspensão bacteriana, que foi ajustada até atingir turbidez correspondente aos valores entre 0,50 a 0,63 para *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes*, respectivamente. Para a leitura da turbidez, fez-se necessário o emprego do equipamento DensiCheck (bioMeriéux, Hazelwood, Missouri, USA). Após este procedimento, uma estante específica para o equipamento Vitek™2 foi montada com os tubos de poliestireno contendo a suspensão bacteriana e os cartões de interesse (GP ou GN) e em seguida, esta estante foi colocada no aparelho, onde foi submetida a vácuo, para promover o preenchimento automático do cartão com a suspensão bacteriana. Depois desta etapa, a estante foi transferida para o segundo compartimento para os cartões serem selados e incubados. Durante a incubação dentro do equipamento, as reações bioquímicas ocorreram e foram determinados o gênero e a espécie do microrganismo encontrado, confirmando ou não a positividade dos ensaios de *Salmonella* spp. e de *L. monocytogenes*.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MÉDIOS DAS AMOSTRAS FISCAIS DE QMA DAS MICRORREGIÕES AVALIADAS PELO IMA NO PERÍODO DE 2010 A 2021 ENTRE ELAS E COM A LEGISLAÇÃO MINEIRA

Para comparação da qualidade microbiológica dos QMA das microrregiões avaliadas (Araxá, Campo Das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra Do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro), bem como para verificar se houve diferença nos valores de contagem ao longo dos anos, inicialmente foi calculada a média para cada ano e microrregião, e o desvio padrão, sendo então aplicado o teste t de *Student*, ao nível de significância de 5%, por meio do software R (R Core Team, 2021).

Além disso, foram determinados, para cada microrregião estudada, os percentuais de amostras em não conformidade com a legislação vigente. Assim, os resultados obtidos a partir de 1.390 amostras indicativas analisadas no Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos do IMA, no período de 2010 a 2021, foram comparados com os padrões microbiológicos (Tabela 1) regulamentados pelo Decreto nº 44.864 e pela Portaria IMA nº 2.033 (MINAS GERAIS, 2008; MINAS GERAIS, 2021a).

4.4 AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA AO LONGO DO PERÍODO DE MATURAÇÃO ESTABELECIDO PELA LEGISLAÇÃO PARA CADA MICRORREGIÃO

Para avaliação da evolução da qualidade microbiológica dos QMA, foram elaborados gráficos *boxplot* com o software R (R Core Team, 2021), a fim de demonstrar a influência do tempo de maturação, de acordo com cada microrregião, na qualidade microbiológica das amostras, bem como ao longo de 11 anos de análises realizadas pelo IMA.

Além disso, com base no percentual de não conformidade por ano em relação ao total de amostras coletadas, ao total de amostras coletadas antes de completar o período de maturação e ao total de amostras coletadas após completar o período de maturação, gráficos de barra foram construídos utilizando Microsoft Excel.

4.5 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS DE CHUVA E DE SECA NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA

Para verificar a influência dos períodos de chuva e de seca na qualidade microbiológica dos QMA, as amostras coletadas foram separadas nos períodos de seca, abril a setembro, e de chuva, outubro a março, sendo os percentuais de não conformidade calculados para cada período.

4.6 AVALIAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE TEMPO DE MATURAÇÃO, ANO DE COLETA E CONTAGENS MICROBIANAS DOS QMA

A existência de correlação entre tempo de maturação, ano de coleta e contagens microbianas (coliformes a 35 °C, *E. coli*, estafilococos coagulase positivo e estafilococos coagulase negativo) foi avaliada por análises de correlação de Pearson acompanhadas de testes de correlação de Pearson (EDWARDS, 1976), no nível de significância de 5%, por meio do software R (R Core Team, 2021). Foram consideradas as correlações positivas (quando o aumento no valor de uma variável implicou no aumento de outra) e negativas (quando o aumento no valor de uma implicou na diminuição de outra).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MÉDIOS DAS AMOSTRAS FISCAIS DE QMA ENTRE AS MICRORREGIÕES E COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE EM MINAS GERAIS, BEM COMO AO LONGO DOS ANOS

Em queijos de leite cru o monitoramento de diferentes grupos bacterianos incluindo coliformes, estafilococos, patógenos de origem alimentar e bactérias lácticas é importante para garantir a qualidade e segurança (ALMEIDA et al., 2020). Assim, são apresentados a seguir os resultados comparativos das contagens de coliformes a 35 °C, *E. coli*, estafilococos coagulase positivo e estafilococos coagulase negativo, bem como a presença de *Salmonella* spp. e de *L. monocytogenes* nas amostras indicativas de QMA.

5.1.1 COLIFORMES A 35 °C E *E. coli*

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias de contagem para coliforme a 35 °C e para *E. coli*. Constatou-se, considerando os resultados médios de contagem, que apenas o QMA da microrregião do Campo das Vertentes apresentou não conformidade para coliformes a 35 °C, que ocorreu nos anos de 2011, 2012 e 2021. Estas não conformidades também foram constatadas para coliformes a 45 °C nessa microrregião, uma vez que as contagens médias de *E. coli* nos anos de 2011 e 2012 também excederam o limite máximo estabelecido para esse grupo de microrganismos. Além disso, o QMA da microrregião do Cerrado também apresentou não conformidade para coliformes a 45 °C nos anos de 2016 e 2020 devido à contagem excessiva de *E. coli*.

Os coliformes são microrganismos indicadores utilizados na avaliação da qualidade microbiológica dos alimentos e auxiliam na orientação para a adoção de boas práticas agropecuárias e manipulação. Estão presentes no trato gastrointestinal de humanos e animais saudáveis e podem estar no ambiente de produção dos QMA. Os coliformes a 35 °C são indicadores de qualidade higiênico sanitária e os coliformes a 45 °C são indicadores de contaminação fecal nos alimentos, sendo *E. coli* a principal espécie desse grupo.

Tabela 5. Média e desvio padrão (Log UFC/g) da contagem de coliformes a 35 °C e de *E. coli* de amostras fiscais de QMA no período estudado por microrregião

Microrregião		Ano											
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Coliformes a 35 °C	Araxá	1,97 ± 0,42 ABa	2,32 ± 0,35 Aa	1,98 ± 0,71 Ba	2,33 ± 0,32 ABa	2,55 ± 0,75 ABa	1,69 ± 0,35 BCa	3,21 ± 0,93 Aa	1,69 ± 0,30 Ba	2,90 ± 0,69 ABa	2,00 ± 0,00 Aa	-	-
	Campo das Vertentes	1,85 ± 0,00 ABbc	4,76 ± 0,00 Aa	5,26 ± 0,91 Aa	2,35 ± 1,31 ABab	1,04 ± 0,00 Bc	2,81 ± 0,03 Aab	3,08 ± 0,64 Aab	1,46 ± 0,42 Bbc	-	1,52 ± 0,48 Abc	-	3,74 ± 0,00 Aa
	Canastra	2,74 ± 0,16 Aa	1,76 ± 0,38 Ab	1,91 ± 0,31 Bb	1,67 ± 0,20 Bb	1,72 ± 0,18 Bb	1,35 ± 0,11 Cb	2,17 ± 0,31 Aab	1,58 ± 0,15 Bb	2,01 ± 0,21 Bb	2,70 ± 0,66 Aab	-	1,94 ± 0,32 Bb
	Cerrado	1,56 ± 0,30 Bb	2,28 ± 0,33 Aab	2,81 ± 0,42 ABa	3,11 ± 0,28 Aa	2,39 ± 0,23 Ba	2,54 ± 0,37 ABa	3,12 ± 0,68 Aa	2,53 ± 0,24 Aa	2,24 ± 0,29 ABab	-	3,18 ± 0,60 Aa	-
	Serra do Salitre	1,19 ± 0,46 Bb	1,45 ± 1,14 Aab	-	2,67 ± 0,35 Aa	2,45 ± 0,78 ABab	1,44 ± 0,28 Cb	2,30 ± 0,00 Aab	1,85 ± 0,60 ABab	1,04 ± 0,00 Cb	-	3,36 ± 0,00 Aa	-
	Serro	2,88 ± 0,25 Aab	2,64 ± 0,21 Abc	2,47 ± 0,23 ABbcd	2,84 ± 0,19 Aab	3,23 ± 0,19 Aa	2,15 ± 0,23 BCcde	1,99 ± 0,19 Ade	2,84 ± 0,16 Aab	2,93 ± 0,18 Aab	1,52 ± 0,23 Be	3,53 ± 0,36 Aa	3,44 ± 0,44 Aa
	Triângulo Mineiro	-	-	-	1,28 ± 0,24 Ba	1,04 ± 0,00 Ba	1,04 ± 0,00 Ca	-	1,58 ± 0,35 Ba	1,74 ± 0,44 BCa	-	-	-
	E. coli	Araxá	0,59 ± 0,20 BCb	0,63 ± 0,23 ABb	1,63 ± 0,46 Aab	1,36 ± 0,15 Aab	1,40 ± 0,36 ABab	1,36 ± 0,31 ABab	1,45 ± 0,41 ABab	1,04 ± 0,00 Bab	1,75 ± 0,43 ABa	2,00 ± 0,00 Aa	-
Campo das Vertentes		0,30 ± 0,00 Cb	3,34 ± 0,00 Aa	2,75 ± 1,71 Aa	1,04 ± 0,00 Ba	1,04 ± 0,00 Ba	1,04 ± 0,00 Ba	1,43 ± 0,39 ABa	1,36 ± 0,32 ABa	-	1,04 ± 0,00 Ba	-	1,04 ± 0,00 Ba
Canastra		0,64 ± 0,34 BCb	1,06 ± 0,25 Aab	1,25 ± 0,10 Aab	1,33 ± 0,16 ABab	1,19 ± 0,09 Bab	1,19 ± 0,09 ABab	1,31 ± 0,19 Bab	1,14 ± 0,07 Bab	1,44 ± 0,14 Bab	1,95 ± 0,38 Aa	-	1,49 ± 0,33 Aab
Cerrado		0,81 ± 0,18 Bbc	1,14 ± 0,29 Abc	1,57 ± 0,30 Aab	1,66 ± 0,21 Aab	1,77 ± 0,19 Aab	1,68 ± 0,29 Aab	2,98 ± 0,62 Aa	1,67 ± 0,19 Aab	1,39 ± 0,22 Bab	-	2,79 ± 0,55 Aa	-
Serra do Salitre		0,30 ± 0,00 Cb	0,30 ± 0,00 Bb	-	1,60 ± 0,29 ABa	1,75 ± 0,45 Aba	1,18 ± 0,14 ABa	2,30 ± 0,00 Aa	1,04 ± 0,00 Ba	1,04 ± 0,00 Ba	-	1,04 ± 0,00 Ba	-
Serro		1,47 ± 0,22 Abc	0,94 ± 0,13 Ad	1,34 ± 0,12 Abcd	1,53 ± 0,10 ABbc	1,92 ± 0,15 Aa	1,16 ± 0,07 ABcd	1,37 ± 0,14 Bbcd	1,46 ± 0,10 ABbc	1,91 ± 0,15 Aa	1,24 ± 0,11 ABc	1,82 ± 0,23 Aab	1,42 ± 0,37 Abcd
Triângulo Mineiro		-	-	-	1,04 ± 0,00 Ba	1,04 ± 0,00 Ba	1,04 ± 0,00 Ba	-	1,49 ± 0,28 ABa	1,61 ± 0,38 ABa	-	-	-

(-): Não determinado. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e pela mesma letra maiúscula, na coluna (para coliformes a 35 °C ou pra *E. coli*), não diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste t de *Student*, respectivamente. Os valores em negrito e em destaque são aqueles que excederam o limite estabelecido pela legislação de Minas Gerais, sendo permitido no máximo 3,7 log UFC/g para coliforme a 35 °C e 2,7 log UFC/g para coliforme a 45 °C (MINAS GERAIS, 2008; MINAS GERAIS, 2021a).

Ao se comparar as médias dos resultados das contagens de coliformes a 35 °C das amostras das microrregiões avaliadas, em um mesmo ano, verificou-se que para a maioria dos anos não houve diferença significativa ($p>0,05$). As maiores médias de contagem foram das amostras do Campo das Vertentes, nos anos de 2011, 2012 e 2021. Por outro lado, foi essa microrregião que, em 2014, apresentou, junto com Triângulo Mineiro em 2014 e 2015, e Serra do Salitre, em 2018, os menores resultados médios de contagem para esse grupo microbiano (Tabela 5).

Os resultados médios obtidos a partir da contagem de *E. coli* foram semelhante aos observados para coliformes a 35 °C, com apenas quatro médias acima do padrão (duas da microrregião do Campo das Vertentes e duas do Cerrado) não sendo constatada redução ao longo dos anos e sem destaque para uma microrregião em detrimento a outra (Tabela 5).

No entanto, quando se observa os percentuais das amostras fiscais contidos na Tabela 6, a microrregião do Serro, que teve o maior número de amostras analisadas, foi a que apresentou maior percentual de não conformidade para coliformes a 35 °C; por outro lado, todas as amostras da microrregião do Triângulo Mineiro, que teve o menor número de amostras analisadas, estavam em conformidade com a legislação, o que não ocorreu para as demais microrregiões.

Em relação à contagem de *E. coli*, todas as microrregiões apresentaram amostras não conformes (Tabela 6), sendo o menor percentual observado na microrregião do Triângulo Mineiro e o maior na microrregião do Cerrado.

Tabela 6. Percentual de amostras fiscais indicativas não conformes com os padrões estabelecidos pela legislação de Minas Gerais, no período de 2010 a 2021, em cada microrregião estudada

Microrganismo	Microrregião/Percentual de não conformidades (%)						
	Araxá	Campo das Vertentes	Canastra	Cerrado	Serra do Salitre	Serro	Triângulo Mineiro
Coliformes a 35 °C	23,2	15,0	14,8	27,2	15,0	35,4	0,0
<i>E. coli</i>	17,2	12,5	12,5	22,3	12,5	17,0	5,0
Quantidade de amostras indicativas	99	24	337	206	40	664	20

Portanto, de forma geral, em relação à análise de coliformes, embora tenham sido poucos os resultados médios de não conformidades, não há tendência de evolução na qualidade dos QMA ao longo de 11 anos de estudo, o que pode ser atingido com a adoção de boas práticas agropecuárias e de manipulação, como:

cuidados com saúde animal e dos manipuladores, qualidade da água, higiene das instalações e equipamentos, entre outros.

5.1.2 ESTAFILOCOCOS COAGULASE POSITIVO E NEGATIVO

Estafilococos coagulase positivo foi o responsável pela maioria das não conformidades das amostras analisadas. A microrregião do Serro foi a que apresentou maior frequência de resultados médios em desacordo com o padrão estabelecido pela legislação mineira, seguida da microrregião da Serra do Salitre. A microrregião do Triângulo Mineiro foi a única com resultados médios das contagens desse grupo microbiano em conformidade com a legislação (Tabela 7). Nos anos de 2010 e 2021, o Campo das Vertentes apresentou a menor contagem média ($p < 0,05$) para esse grupo microbiano em relação às outras microrregiões. Em 2011 a Serra do Salitre também apresentou esse comportamento (Tabela 7).

No entanto, ao se considerar o percentual de não conformidade das amostras indicativas em relação ao padrão estabelecido na legislação para estafilococos coagulase positivo, todas as microrregiões apresentaram valores de contagem que não atenderam ao estabelecido, sendo os percentuais de não conformidade, respectivamente, de 42,3%, 38,4%, 27,7%, 22,0%, 20,0%, 20,0% e 5,0% para as microrregiões do Serro, Araxá, Cerrado, Canastra, Campo das Vertentes, Serra do Salitre e Triangulo Mineiro. Os resultados obtidos estão de acordo com outros estudos que também demonstram a alta incidência de estafilococos coagulase positivo em amostras de QMA (ANDRETTA et al., 2019; CAMPOS et al., 2021; SÁ et al., 2021). Brant et al. (2007) analisaram 40 amostras de QMA da microrregião do Serro e constataram que estafilococos coagulase positivo foi o contaminante mais frequente, presente em 21 amostras (53%), as quais apresentaram contagens acima de $1,0 \times 10^5$ UFC/g.

S. aureus destaca-se entre os estafilococos coagulase positivo e pode ser veiculado ao QMA pelo leite oriundo de vacas com mastite, como também devido à transferência entre os manipuladores e esse alimento. É a espécie mais prevalente em surtos de intoxicação alimentar estafilocócica, podendo acarretar doenças com consequências para a saúde humana por meio da veiculação de suas toxinas. Almeida et al. (2020) identificaram 140 isolados obtidos de 6 amostras de QMA do Serro, por métodos dependentes e independentes de cultivo, e nenhuma amostra apresentou estafilococos produtores de enterotoxinas clássicas ou genes relacionados.

Tabela 7. Média e desvio padrão (Log UFC/g) da contagem de estafilococos coagulase positivo e de estafilococos coagulase negativo de amostras fiscais de QMA no período estudado por microrregião

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Estafilococos coagulase positivo	Araxá	2,58 ± 0,88 Aab	2,84 ± 0,74 Aab	3,17 ± 1,03 Aab	3,31 ± 0,42 Aa	2,60 ± 0,60 ABab	2,99 ± 0,59 ABab	1,32 ± 0,18 Bb	2,10 ± 0,37 Bb	1,93 ± 0,58 BCb	2,00 ± 0,00 Ab	-	-
	Campo das Vertentes	1,04 ± 0,00 Bb	6,30 ± 0,00 Aa	2,62 ± 1,58 Aa	2,00 ± 0,00 Ba	1,68 ± 0,32 Ba	2,98 ± 0,97 ABa	2,59 ± 0,59 Aa	2,19 ± 1,15 BCa	-	2,00 ± 0,00 Aa	-	2,00 ± 0,00 Ba
	Canastra	2,52 ± 0,39 Aa	3,09 ± 0,65 Aa	1,99 ± 0,24 Aa	2,05 ± 0,13 Ba	2,63 ± 0,26 Ba	2,91 ± 0,25 ABa	2,22 ± 0,29 ABa	1,28 ± 0,16 Cb	2,28 ± 0,25 Ba	2,44 ± 0,44 Aa	-	2,58 ± 0,56 Aa
	Cerrado	2,64 ± 0,51 Aa	2,16 ± 0,42 Aa	2,48 ± 0,33 Aa	2,70 ± 0,34 ABa	2,83 ± 0,33 ABa	3,18 ± 0,52 Aa	1,90 ± 0,86 ABa	2,26 ± 0,32 Ba	-	2,31 ± 0,42 Aa	-	-
	Serra do Salitre	2,74 ± 1,14 Aa	1,04 ± 0,00 Ba	-	2,71 ± 0,76 ABa	3,10 ± 0,87 ABa	2,00 ± 0,00 Ba	4,38 ± 0,00 Aa	1,04 ± 0,00 Ca	1,04 ± 0,00 Ca	-	5,00 ± 0,00 Aa	-
	Serro	2,98 ± 0,28 Aabc	2,52 ± 0,33 Acde	2,86 ± 0,38 Aabcd	3,09 ± 0,21 Aabc	3,51 ± 0,18 Aa	2,70 ± 0,26 ABbcd	2,10 ± 0,28 ABde	3,04 ± 0,20 Aabc	3,43 ± 0,27 Aab	2,00 ± 0,00 Ae	3,87 ± 0,41 Aa	2,92 ± 0,53 Aabcd
	Triângulo Mineiro	-	-	-	2,63 ± 0,63 ABa	1,68 ± 0,32 Ba	2,00 ± 0,00 Ba	-	1,04 ± 0,00 Ca	1,04 ± 0,00 Ca	-	-	-
Estafilococos coagulase negativo	Araxá	1,50 ± 0,98 Bc	4,19 ± 0,71 Bb	2,84 ± 1,28 Abc	4,01 ± 0,94 Ab	5,89 ± 1,28 Aab	3,08 ± 1,23 Bb	6,37 ± 0,45 ABa	4,78 ± 0,11 Aab	5,98 ± 0,27 Ba	-	-	-
	Campo das Vertentes	7,18 ± 0,00 Aa	-	5,10 ± 2,58 Aa	7,08 ± 1,22 Aa	6,17 ± 1,09 Aa	3,32 ± 3,32 Ba	5,10 ± 1,71 ABa	-	-	-	-	-
	Canastra	1,93 ± 0,57 Bd	4,33 ± 0,63 Bbc	5,62 ± 0,60 Aabc	6,02 ± 0,46 Aa	3,08 ± 0,43 Acd	4,09 ± 0,51 Bc	5,82 ± 0,48 ABab	4,63 ± 0,38 ABbc	5,98 ± 0,12 Ba	-	-	-
	Cerrado	4,47 ± 0,63 Ac	5,23 ± 0,56 ABbc	5,30 ± 0,78 Aabc	5,55 ± 0,56 Aabc	5,30 ± 0,53 Aabc	5,24 ± 1,02 Bbc	6,71 ± 0,35 Aa	4,09 ± 0,63 ABc	5,97 ± 0,15 Bab -	-	-	-
	Serra do Salitre	4,12 ± 1,30 Aba	6,35 ± 0,53 Aa	-	6,10 ± 0,94 Aa	4,12 ± 1,31 Aa	6,27 ± 0,95 ABa	-	-	6,40 ± 0,00 Aa	-	-	-
	Serro	2,84 ± 0,40 Bc	5,02 ± 0,28 ABa	4,71 ± 0,55 Aab	4,76 ± 0,40 Aa	3,56 ± 0,37 Abc	4,98 ± 0,48 Ba	5,02 ± 0,60Ba	3,64 ± 0,35Bbc	5,45 ± 0,16 Ca	-	-	-
	Triângulo Mineiro	-	-	-	6,23 ± 2,08Aab	6,08 ± 0,37 Aab	7,80 ± 0,50 Aa	-	4,50 ± 0,50 ABb	6,19 ± 0,21 ABab	-	-	-

(-): Não determinado. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e pela mesma letra maiúscula, na coluna para cada grupo microbiano isoladamente, não diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste t de *Student*, respectivamente. Os valores em negrito e em destaque são aqueles que excederam o limite estabelecido pela legislação de Minas Gerais, sendo permitido no máximo 3,0 log UFC/g para estafilococos coagulase positivo (MINAS GERAIS, 2008; MINAS GERAIS, 2021a).

Castro et al. (2020) buscaram caracterizar os fatores de virulência de *S. aureus* sendo avaliada a expressão de genes codificadores de toxina e perfil de resistência a antimicrobianos. Setenta e seis (76) isolados estafilocócicos procedentes do QMA, do leite cru, dos fermentos endógenos e dos manipuladores da microrregião do Campo das Vertentes foram avaliados. Os autores constataram baixa expressão dos genes codificadores de toxina estafilocócica. Além disso, nenhum isolado carregava o gene *mecA*, que quando expresso confere resistência ao antibiótico meticilina. Do total de isolados 67,11% apresentaram resistência à penicilina e 27,6% à tetraciclina. A presença de isolados estafilocócicos toxigênicos em amostras de leite cru de vaca e nas mãos de humanos demonstra a necessidade de controle desse patógeno, considerando o conceito de Saúde Única. Os autores ressaltaram ainda que a baixa expressão de genes codificadores de enterotoxina nos isolados avaliados não exclui a possibilidade da bactéria produzir e secretar toxinas nos alimentos.

Dores et al. (2013) avaliaram a presença de *S. aureus* enterotoxigênico em 16 amostras de fermento endógeno e de QMA da microrregião da Canastra. Durante a pesquisa encontraram altas contagens de *S. aureus* tanto na época das chuvas como da seca. Os autores constataram discrepância entre os ensaios moleculares, utilizados na identificação dos isolados, e imunológicos, utilizados na detecção das toxinas, uma vez que a maioria dos isolados não produziu enterotoxinas clássicas mesmo com altos níveis desta bactéria nas amostras. Eles destacaram ainda a preocupação com o quantitativo identificado deste microrganismo e salientaram para a possibilidade da presença das enterotoxinas não clássicas no QMA.

Para estafilococos coagulase negativo não há padrões de contagem definidos pela legislação. No entanto, sua pesquisa permite um acompanhamento da qualidade microbiológica dos produtos, sendo constatadas contagens médias elevadas desse grupo microbiano nas amostras de QMA (Tabela 7). Estafilococos coagulase negativo são considerados patógenos oportunistas. É um grupo heterogêneo constituído por *Staphylococcus epidermidis*; *Staphylococcus simulans*; *Staphylococcus saprophyticus* e *Staphylococcus sciuri*. Os estafilococos coagulase negativo estão associados à mastite subclínica em vacas e ao aumento persistente da contagem de células somáticas no leite (ADDISA et al., 2020).

As estirpes de estafilococos coagulase negativo podem apresentar resistência a antibióticos, secreção de enterotoxinas, produção de aminas biogênicas, atividade hemolítica e formação de biofilme (KHUSRO e AARTI, 2022).

Veras et al. (2008) revelaram que estafilococos coagulase negativo e estafilococos coagulase positivo isolados de produtos lácteos apresentam características genotípica e fenotípica de enterotoxigenicidade, fator relevante e que deve ser considerado. Portanto, as regulamentações de Minas Gerais devem ser atualizadas em relação a determinação de enterotoxinas estafilocócicas, haja vista que essas não se degradam com a maturação e que a Instrução Normativa n.º 161 de 1º de julho de 2022 da Anvisa (BRASIL, 2022a) estabelece a pesquisa das mesmas em queijos.

5.1.3 *Salmonella* ssp. E *Listeria monocytogenes*

Salmonella ssp. e *Listeria monocytogenes* são patógenos de origem alimentar e estão geralmente associados a laticínios e leite cru. Neste estudo, 1.162 amostras foram analisadas para *Salmonella* spp., sendo esse patógeno detectado em uma amostra proveniente da microrregião do Serro em 2013, sendo, portanto, o microrganismo responsável pelo menor número de amostras em não conformidade. Por outro lado, das 1.198 amostras analisadas para *L. monocytogenes*, sete foram positivas e provenientes de três microrregiões (uma no Cerrado, três na Canastra e três no Serro).

As bactérias do gênero *Salmonella* são Gram-negativas da família Enterobacteriaceae, sendo divididas em duas espécies *Salmonella bongori* e *Salmonella enterica*, com mais de 2.500 sorotipos. *Salmonella* spp. encontrada em alimentos de origem animal pode causar infecções alimentares em humanos. A contaminação em alimentos ocorre com facilidade, principalmente naqueles que possuem alta umidade e que não se encontram em temperaturas adequadas. Há possibilidade de contaminação cruzada em decorrência de higiene precária dos manipuladores (SILVA et al., 2018).

Por outro lado, *L. monocytogenes* é uma bactéria psicrotrófica, ubíqua, encontrada no solo, na água, nos animais e em vários ambientes. A via mais comum de transferência deste patógeno para produtos alimentícios é a contaminação cruzada de superfícies em estabelecimentos de produção. *L. monocytogenes* é

considerada um grande desafio para a indústria alimentícia, pois a contaminação pode ocorrer em qualquer etapa da produção e persistir por longos períodos em plantas de processamento de alimentos (DI CICCIO et al., 2022; MELO et al., 2015). Muitas espécies bacterianas coexistem neste ambiente e podem interagir em biofilmes multiespécies (FAGERLUND; LANGSRUD; MORETRO, 2021).

Barría et al. (2020) analisaram as práticas de fabricação de 39 produtores de queijo artesanal produzido no sul do Chile e coletaram 468 amostras de queijos e 78 de leite. Os autores não encontraram *L. monocytogenes* no leite, mas encontraram esse patógeno no queijo. Eles realizaram o monitoramento do ambiente de produção dos queijos testados positivos e indicaram a necessidade de melhoria nas boas práticas de fabricação do queijo artesanal daquela região.

Andretta et al. (2019) analisaram por métodos convencionais e moleculares 53 amostras de queijos da microrregião do Serro e não detectaram *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes*. A baixa incidência desses patógenos em queijos artesanais está relacionada à presença de uma microbiota competidora constituída, principalmente, por bactérias lácticas que produzem substâncias antimicrobianas como ácido lático, peróxido de hidrogênio e bacteriocinas, dentre outras (RAFAEL, 2017).

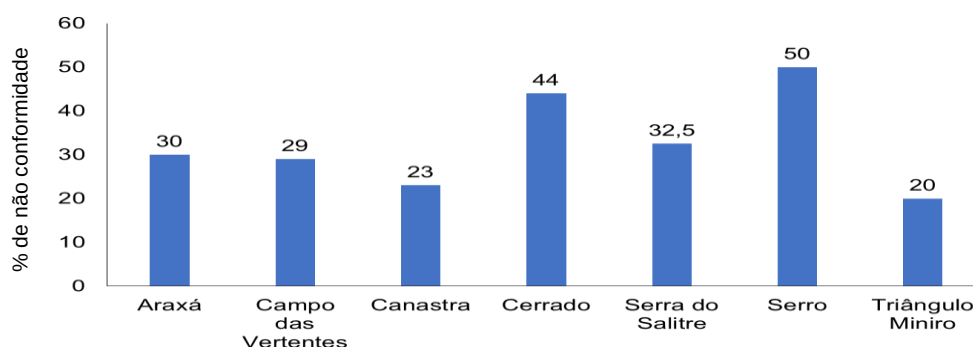
5.2 PERCENTUAL DE NÃO CONFORMIDADE POR MICRORREGIÃO DAS AMOSTRAS FISCAIS INDICATIVAS DE QMA AVALIADAS PELO IMA NO PERÍODO DE 2010 A 2021

Considerando todas as não conformidades detectadas pelas análises realizadas, verificou-se que as microrregiões do Triângulo e da Canastra foram as que apresentaram os menores percentuais de não conformidade, enquanto Serro e Cerrado foram as que apresentaram os maiores (Figura 4).

Oliveira et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática de literatura, abrangendo as pesquisas referentes aos parâmetros microbiológicos de queijos produzidos e comercializados no Brasil. Os autores constataram que, em todos os trabalhos, haviam amostras de queijos analisadas que apresentaram condições inadequadas para o consumo humano, devido à ausência de higiene sanitária e inadequações quanto ao armazenamento e comercialização, o que culmina em alto nível de não conformidade como constatado nesse estudo (Figura 4).

A implantação das boas práticas de fabricação contribui para a redução dos riscos de surtos alimentares. A fim de garantir a inocuidade do produto, é necessário um conjunto de ações que incluem reforço e repetição dos treinamentos, registro das atividades e rastreabilidade, as quais devem ser associadas ao monitoramento e fiscalização regular dos produtos comercializados.

Figura 4. Percentual de amostras fiscais, por microrregião avaliada, não conforme com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação mineira ao longo do período estudado.



Fonte: Autoria própria

5.3 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE MATURAÇÃO DOS QMA EM RELAÇÃO A SUA CONFORMIDADE MICROBIOLÓGICA

A maturação é um processo microbiano dinâmico, período em que ocorre reações bioquímicas importantes como proteólise, glicólise e lipólise. Neste período há diminuição da atividade de água e do pH e aumento da concentração sal, o que contribui para o controle microbiológico. Nesse trabalho, o tempo de maturação dos queijos foi informado pelos produtores durante a coleta das amostras e verificou-se que 58,9% delas não obedeceram ao período mínimo de maturação preconizado. Constatou-se ainda que 40,3% das amostras avaliadas apresentaram não conformidade microbiológica (Tabela 8).

Das amostras coletadas antes de completar o tempo de maturação, mais da metade foram não conformes, enquanto para aquelas coletadas respeitando-se o período de maturação, o índice de não conformidade foi menor que 25% (Tabela 8), o que reafirma a necessidade de se atender esse período, além da implantação de boas práticas agropecuárias e de manipulação, avaliação da qualidade da água utilizada no estábulo e no estabelecimento de produção, bem como a sanidade do rebanho.

Tabela 8. Influência do tempo de maturação dos QMA na adequação aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação de Minas Gerais

Microrregião	Tempo de maturação exigido pela legislação (dias)	Número de amostras coletadas	Amostras coletadas antes de completar o período de maturação exigido pela legislação			Amostras coletadas após completar o período de maturação exigido pela legislação		
			Números de amostras coletadas	Números de amostras não conformes	Percentual de não conformidade	Números de amostras coletadas	Números de amostras não conformes	Percentual de não conformidade
Araxá	22/14*	99	61	27	44,26%	38	10	26,3%
Campo das Vertentes	22	24	7	3	42,9%	17	4	23,5%
Canastra	22/14**	337	118	37	31,3%	219	41	18,7%
Cerrado	22	206	178	84	47,2%	28	8	28,6%
Serra do Salitre	22/14**	40	23	11	47,8%	17	2	11,8%
Serro	17	664	423	258	61,0%	241	73	30,3%
Triângulo Mineiro	22	20	9	2	22,2%	11	0	0,0%
Total	-	1.390	819	422	51,52%	571	138	24,16%

*22 dias até 26 de julho de 2017 e 14 dias após essa data, conforme Portaria IMA n.º 1.736 (MINAS GERAIS, 2017).

**22 dias 06 de abril de 2021 e 14 dias após essa data, conforme Portaria IMA n.º 2.051 (MINAS GERAIS, 2021c).

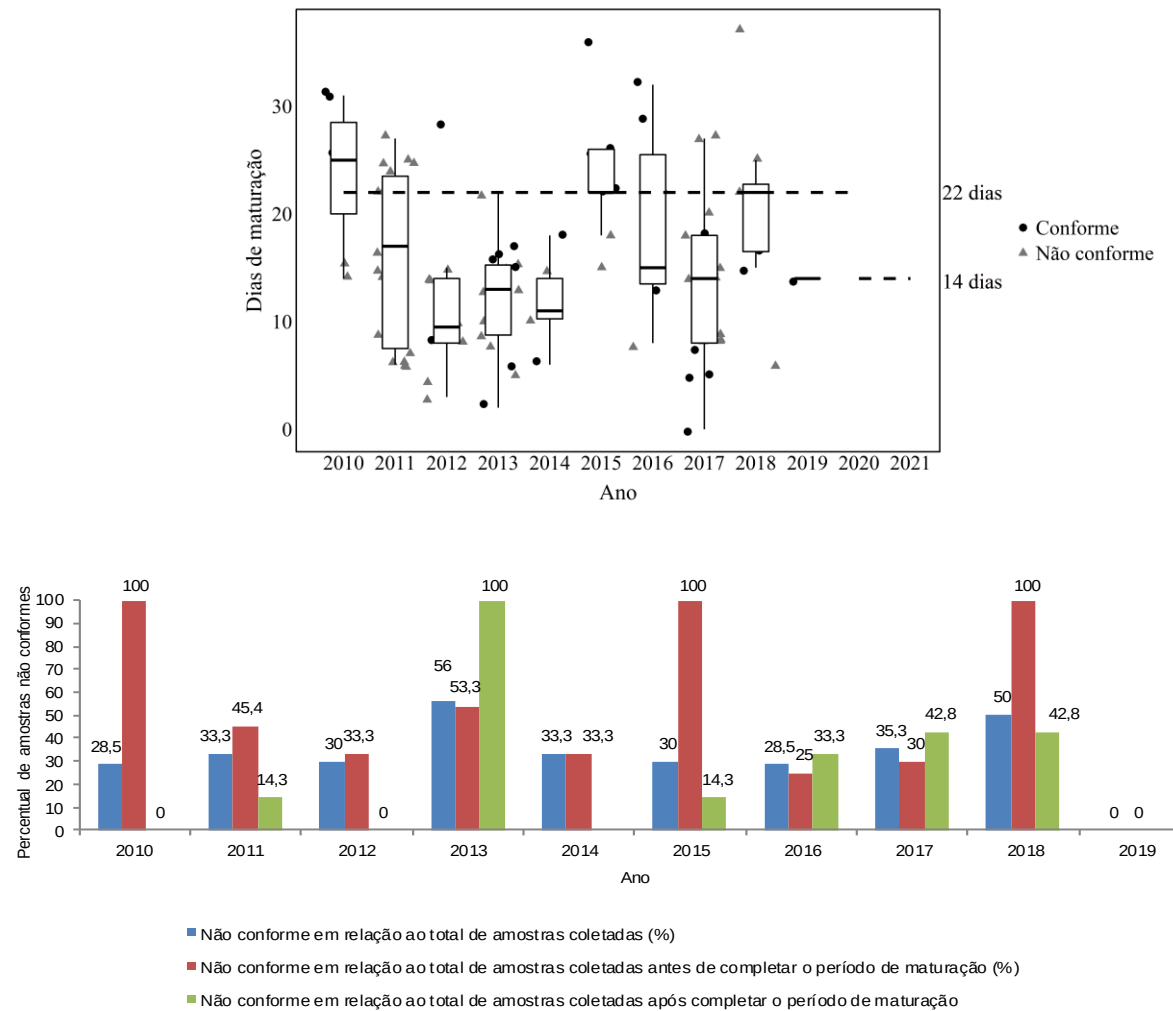
A influência do tempo de maturação dos queijos amostrados nas sete microrregiões é apresentada também nas Figuras de 5 a 11. Constatou-se grande amplitude no tempo de maturação das amostras coletadas, sendo verificados resultados conformes e não conformes antes e após os queijos completarem o período de maturação (Figuras de 5A a 11A). Na microrregião do Serro foram identificados numerosos pontos *outliers*, ou seja, acima do máximo esperado (Figura 10A).

As Figuras de 5B a 11B também relacionam as não conformidades com a obediência ou não ao período mínimo de maturação dos queijos. Constatou-se nas microrregiões de Araxá em 2010, 2015 e 2018 (Figura 5B), Campo das Vertentes em 2011 e 2021 (Figura 6B) e Serra do Salitre em 2014, 2016, 2018 e 2020 (Figura 10B) que todas as amostras coletadas com o tempo de maturação abaixo do mínimo exigido pela legislação de Minas Gerais foram não conformes.

Vários fatores como matéria-prima, práticas de fabricação e características ambientais da microrregião podem determinar a diversidade e a dinâmica da microbiota do leite cru e da cultura iniciadora utilizada na fabricação dos queijos artesanais. Mudanças na estrutura da comunidade bacteriana ao longo do tempo de maturação estão fortemente correlacionadas com fatores abióticos, como localização geográfica, umidade e acidez. Dada a natureza artesanal do queijo, pode ocorrer variação natural da microbiota em relação a aspectos sazonais e ambientais, além da intervenção humana (SANT'ANNA et al., 2019).

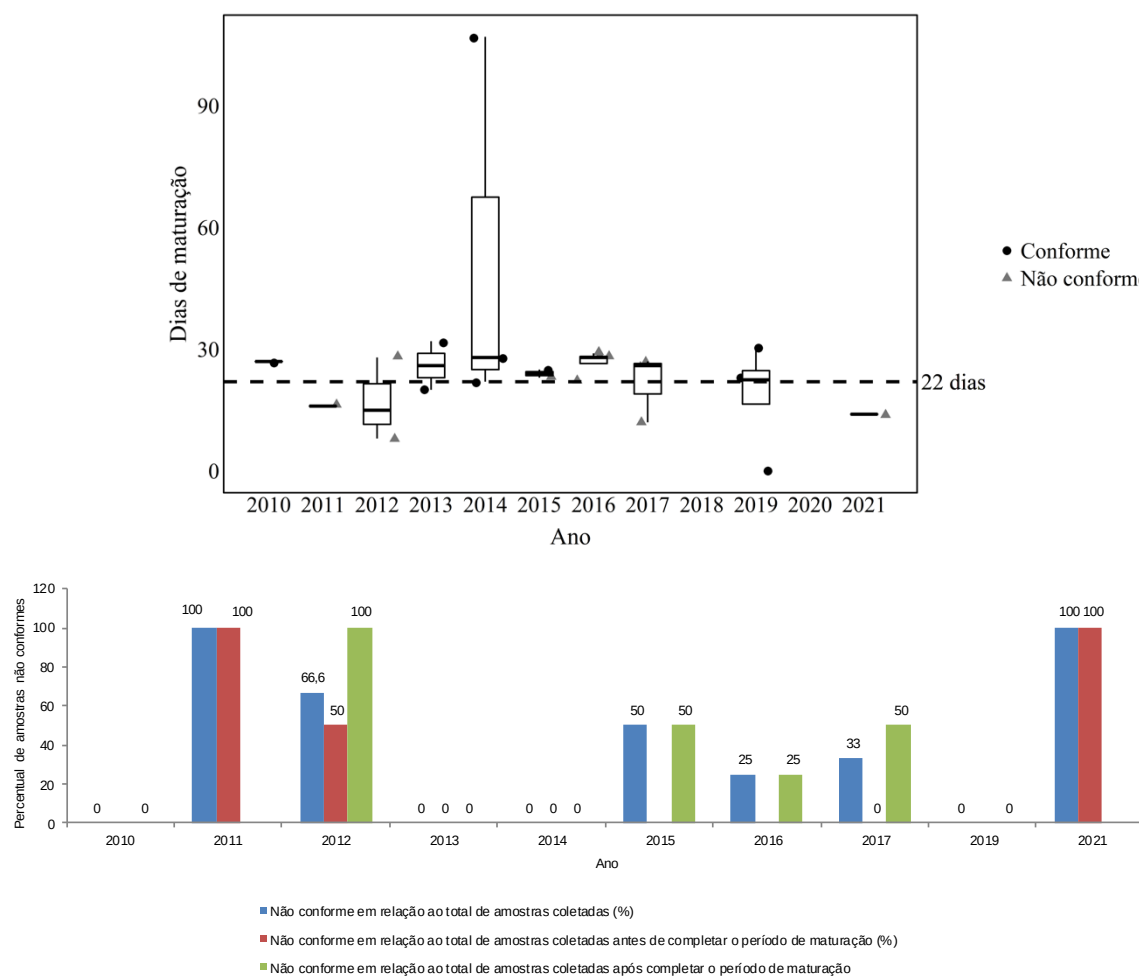
As bactérias lácticas (BAL), originárias principalmente do leite cru e das culturas iniciadoras endógenas, são essenciais para a maturação e a segurança do QMA. Essas bactérias sintetizam muitos compostos antimicrobianos, incluindo ácidos orgânicos (principalmente ácido lático), peróxido de hidrogênio e bacteriocinas, que podem inibir a deterioração e o crescimento de bactérias patogênicas (CASTRO et al., 2016). Assim, é importante que o tempo de maturação dos queijos estabelecidos na legislação seja respeitado para que haja tempo suficiente para que as bactérias lácticas predominem no produto e exerçam o controle da microbiota indesejável.

Figura 5. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião de Araxá em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).



Fonte: Autoria própria

Figura 6. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião de Campo das Vertentes em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).



Fonte: Autoria própria

Figura 7. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião da Canastra em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).

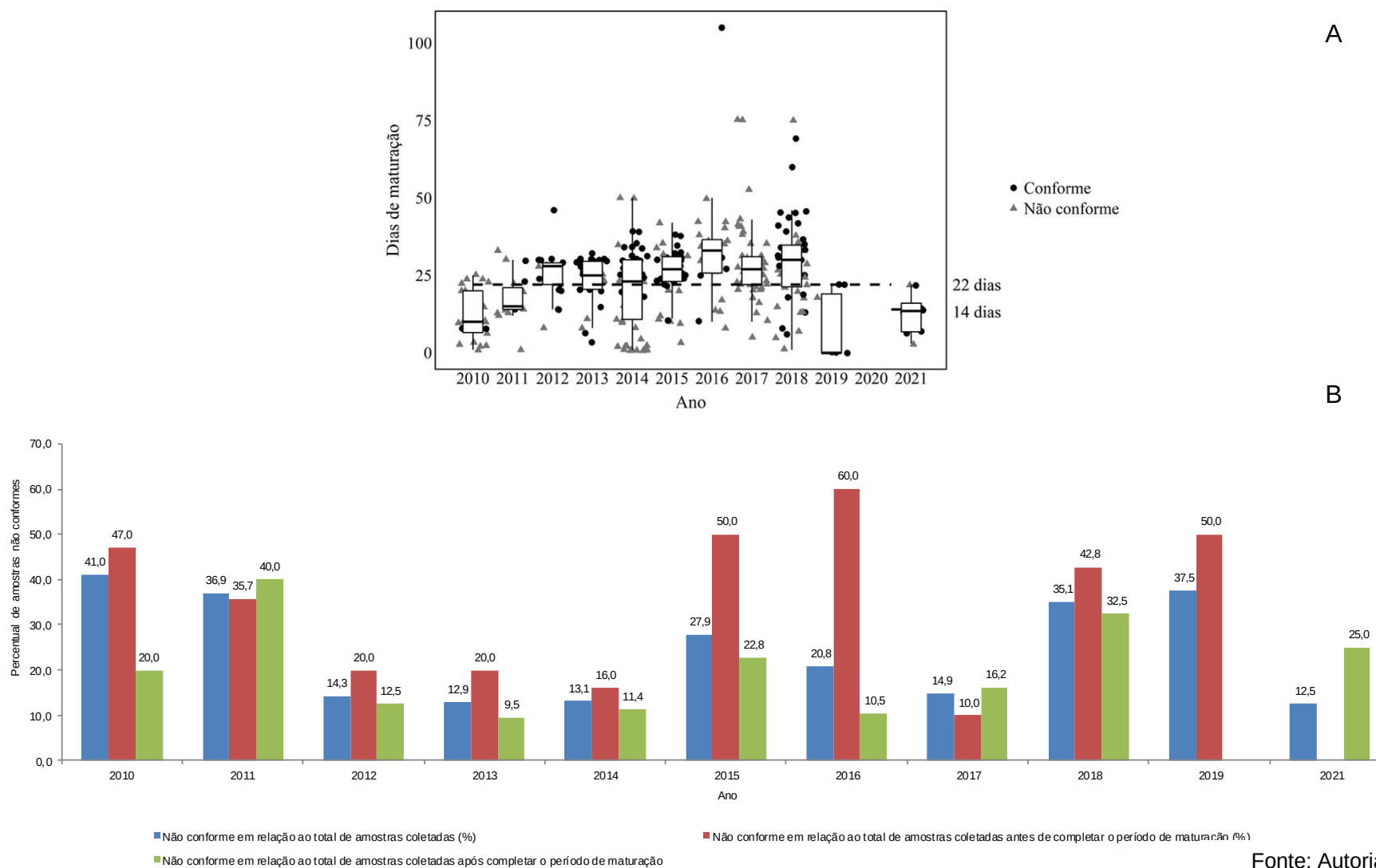
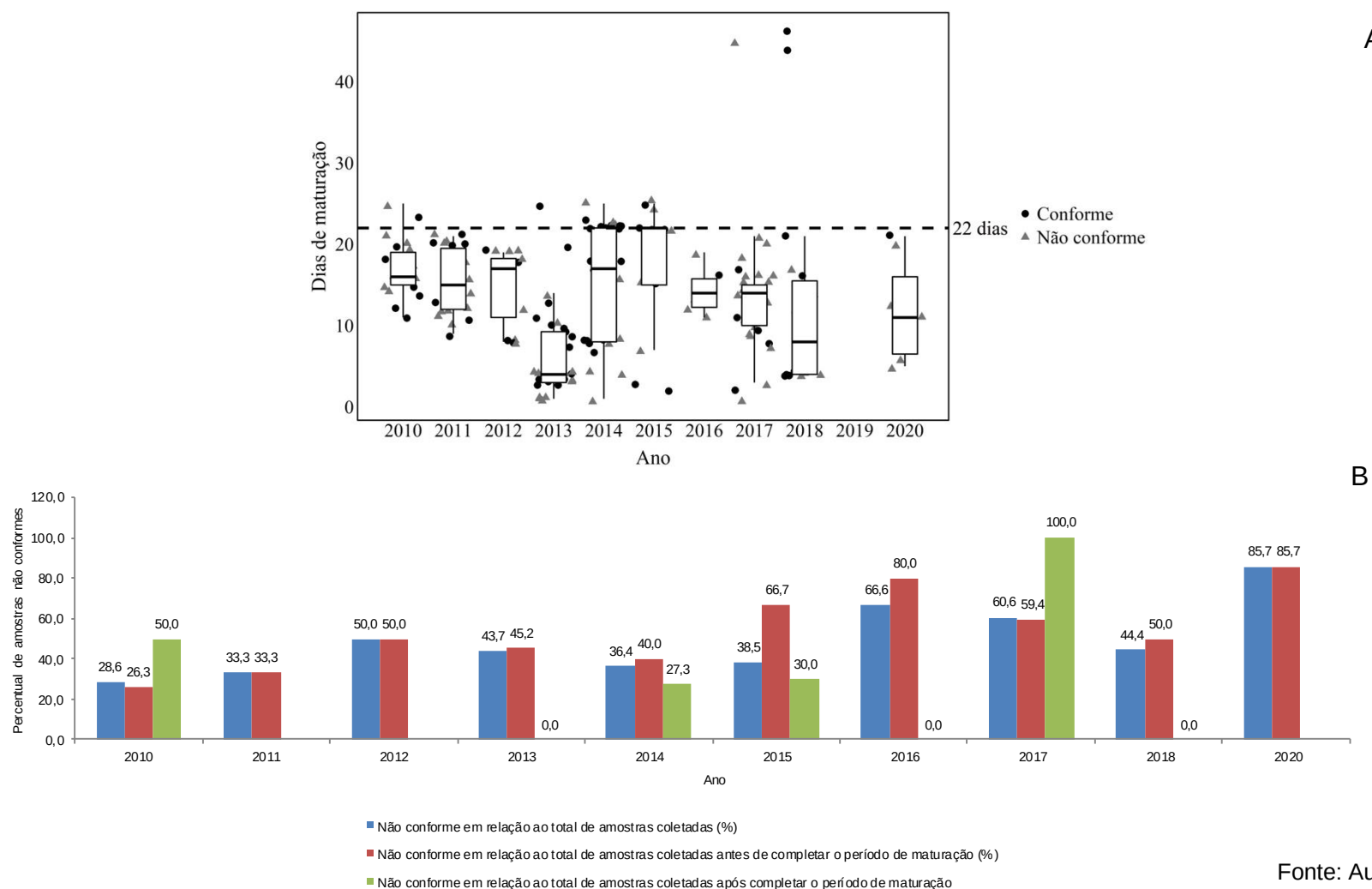
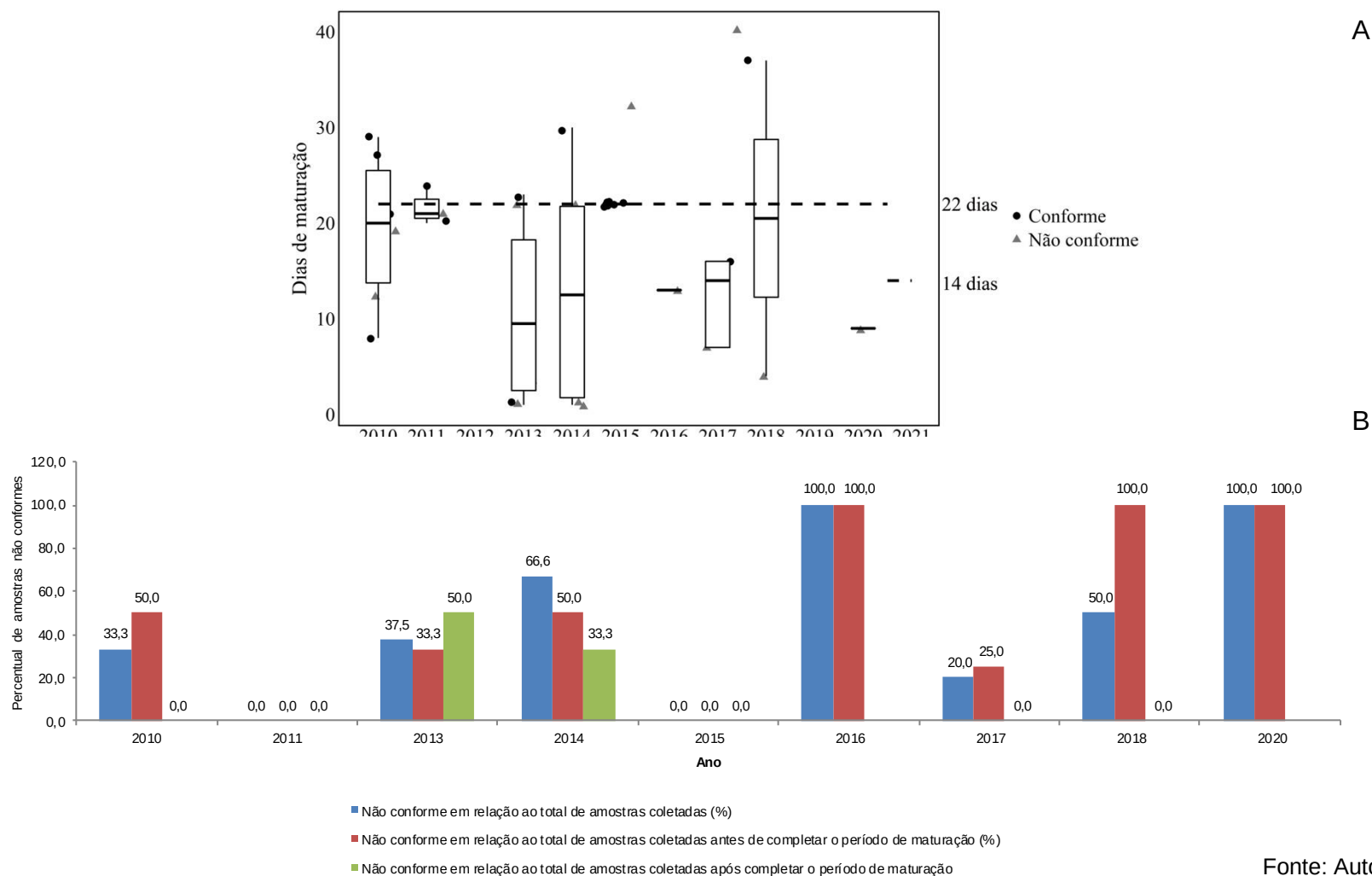


Figura 8. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Cerrado em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).



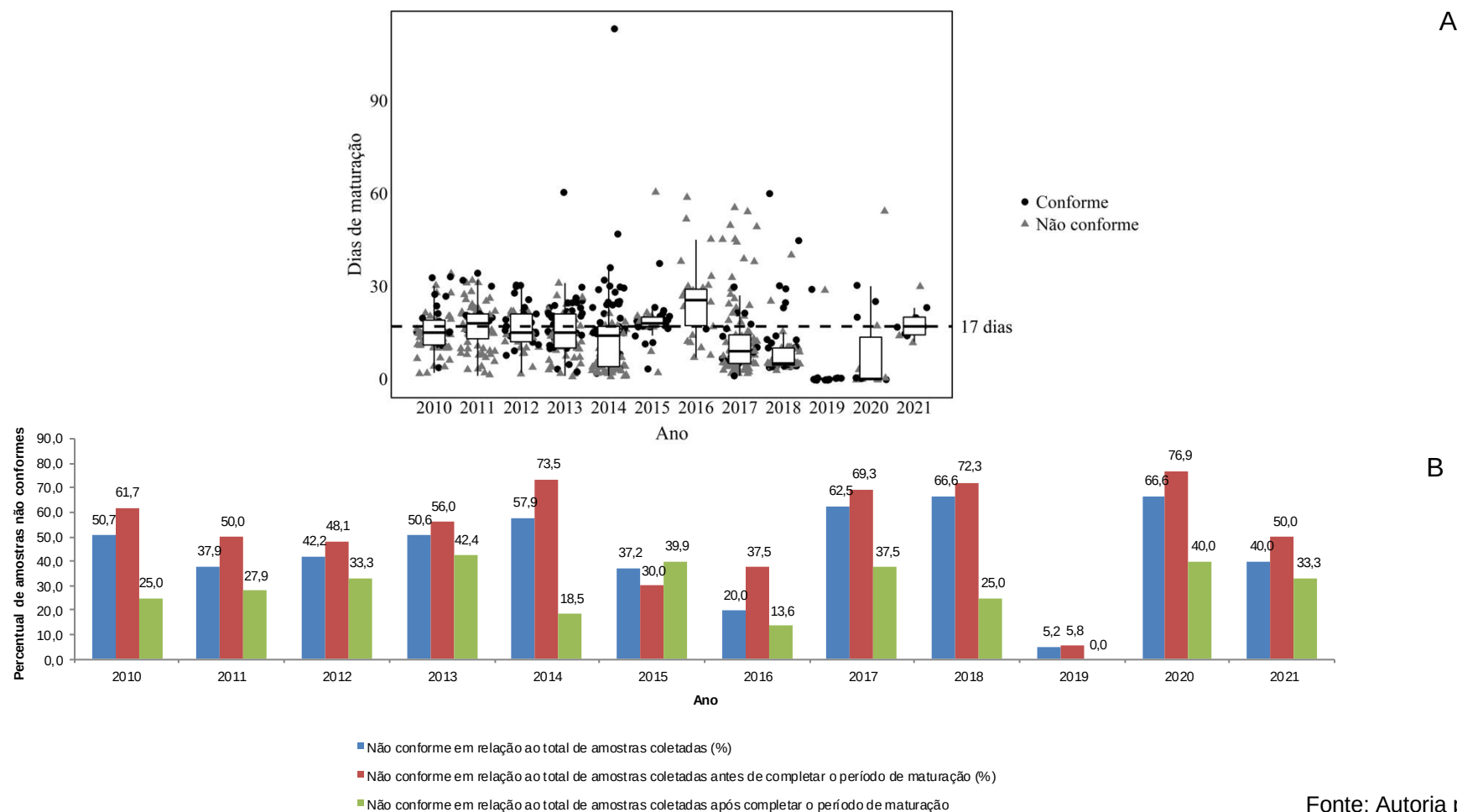
Fonte: Autoria própria

Figura 9. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Serra do Salitre em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).



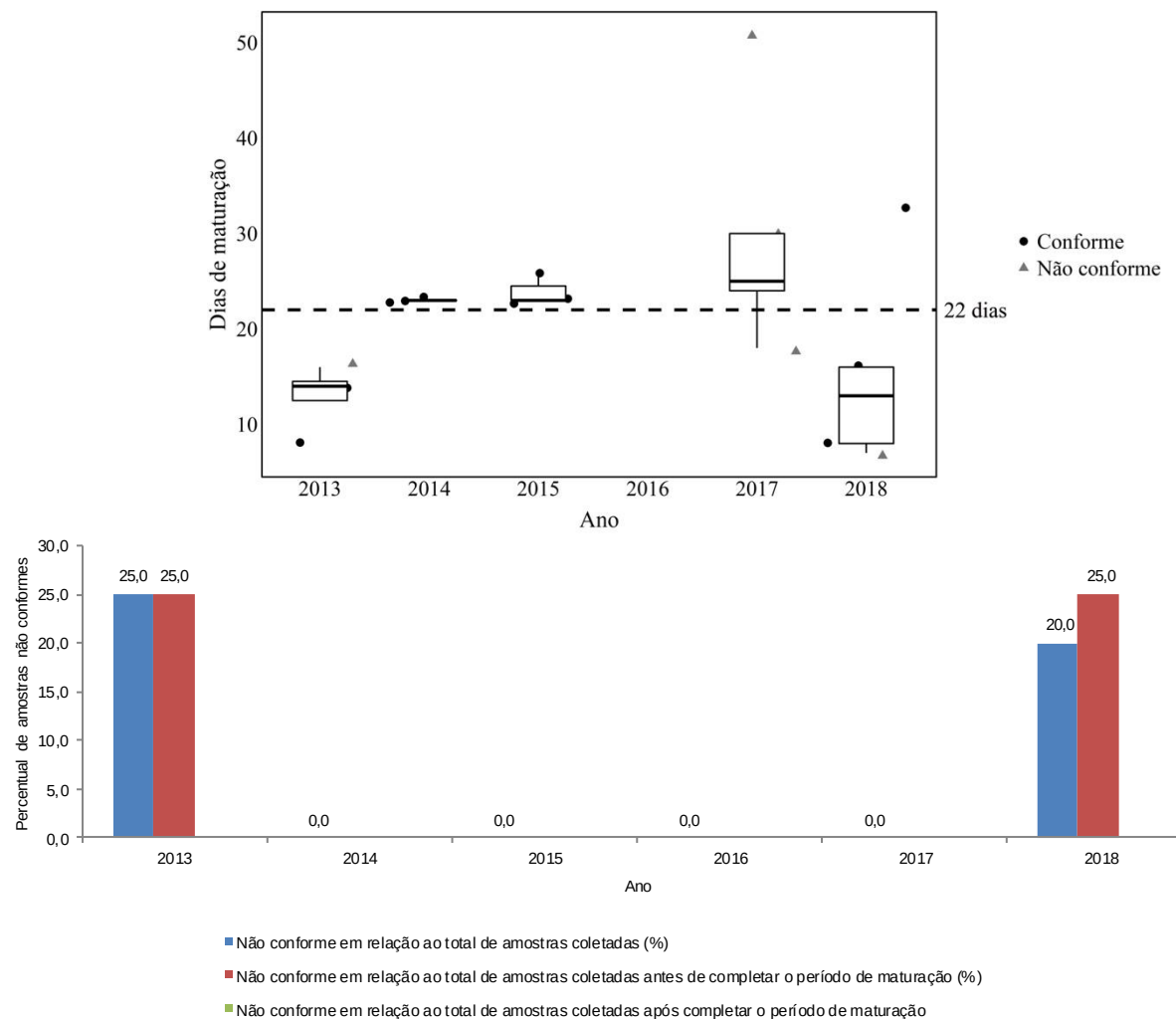
Fonte: Autoria própria

Figura 10. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Serro em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).



Fonte: Autoria própria

Figura 11. Conformidade (círculo) e não conformidade (triângulo) das amostras de QMA da microrregião do Triângulo Mineiro em relação aos padrões microbiológicos com base no limite mínimo do tempo de maturação exigido pela legislação (linha horizontal tracejada) (A) e percentual de amostras não conformes em relação ao total de amostras coletadas por ano e em relação ao total de amostras analisadas antes e após completar o período mínimo de maturação (B).



Fonte: Autoria própria

5.4 INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS DE CHUVA E DE SECA NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS QMA

No presente estudo, a influência do período da chuva e da seca na qualidade microbiológica dos QMA foi avaliada e constatou-se que, embora o maior número de amostras analisadas tenha sido do período da seca, o percentual de não conformidade entre os dois períodos foi semelhante, em torno de 40% (Tabela 9).

Tabela 9. Influência dos períodos de chuva e seca na qualidade microbiológica dos QMA

Microrregiões	Número total de Amostras coletadas	Número de Amostras					
		Chuva			Seca		
		Coletadas	Não Conformes	%	Coletadas	Não Conformes	%
Araxá	99	32	14	43,8	67	23	34,3
Campo Vertentes	24	8	2	25,0	16	5	31,3
Canastra	337	107	28	26,2	230	50	21,7
Cerrado	206	95	47	49,5	111	45	40,5
Serra do Salitre	40	24	5	20,8	16	8	50,0
Serro	664	236	117	49,6	428	214	50,0
Triângulo Mineiro	20	10	2	20,0	10	0	0
Total	1.390	512	215	42,0	878	345	39,3

Figueiredo et al. (2018) estudaram as características do leite cru e do QMA do Serro, em diferentes meses do ano e identificaram que aqueles produzidos nos meses de janeiro e novembro, ocasião de maior índice pluviométricos e umidade relativa do ar, apresentaram maiores contagens de coliformes a 45 °C, bactérias lácticas e *Staphylococcus* spp.

Alguns trabalhos encontraram diferença na qualidade microbiológica do QMA produzido no período da seca com o produzido no período da chuva. Na microrregião do Campo das Vertentes, Castro et al. (2016) demonstraram que a qualidade microbiológica do leite cru, do fermento endógeno e dos QMA antes da maturação, apresentou variação durante as estações do ano. Os queijos não maturados produzidos no período chuvoso apresentaram qualidade microbiológica inferior aos produzidos na seca.

Martins et al. (2015), objetivando determinar o tempo de maturação necessária para os QMA da microrregião do Serro, analisaram queijos produzidos no período da seca (abril a setembro) e das chuvas (outubro a março). As contagens

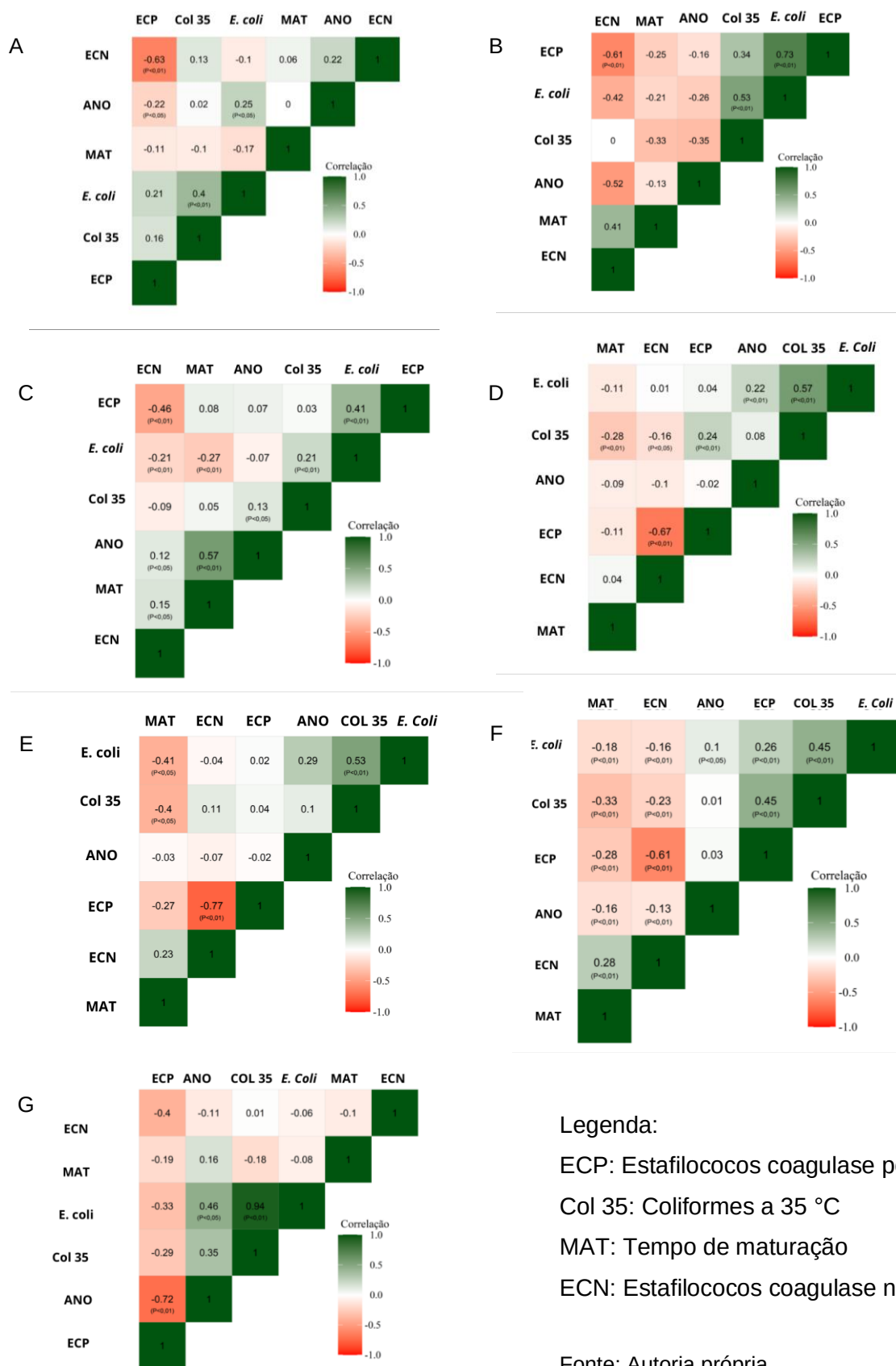
de mesófilos aeróbicos, coliformes e *E. coli* foram ligeiramente maiores na estação chuvosa, e *S. aureus* na estação da seca. Em trabalho realizado por Dorés et al. (2013), na microrregião da Canastra, a contagem de estafilococos coagulase positivo variou de 3,48 a 5,88 log UFC/g no período da chuva (dezembro a janeiro), e de 3,11 a 4,60 log UFC/g no período da seca (agosto a setembro); no entanto não houve diferença significativa entre os dois períodos.

5.5 CORRELAÇÃO ENTRE TEMPO DE MATURAÇÃO, ANO DE COLETA E CONTAGENS MICROBIANAS DOS QMA

As análises de correlação para verificar a influência dos fatores tempo de maturação e ano da coleta das amostras nas contagens dos microrganismos e desses entre si, no geral, resultaram em correlações fracas (Figura 12). No entanto, como esperado, constatou-se que para todas as microrregiões houve uma correlação positiva significativa entre coliforme a 35 °C e a 45 °C e uma correlação negativa significativa entre estafilococos coagulase positivo e estafilococos coagulase negativo, exceto na microrregião do Triângulo Mineiro.

Em relação ao ano da coleta, foi observada correlação negativa apenas para estafilococos coagulase positivo na microrregião do Triângulo Mineiro (forte, >0,75) e para estafilococos coagulase negativo no Campo das Vertentes (moderada, próximo a 0,5). A falta de correlação pode ser atribuída à grande variação do número de amostras ao longo dos anos avaliados, como também a discrepância entre o tempo de maturação dos queijos amostrados.

Figura 12. Correlação entre tempo de maturação, ano de coleta e análise das amostras e contagens microbianas dos QMA. (A) Araxá, (B) Campo das Vertentes, (C) Canastra, (D) Cerrado, (E) Serra do Salitre, (F) Serro e (G) Triângulo Mineiro.



6 CONCLUSÕES

No âmbito geral, 40% das amostras coletadas apresentaram não conformidade aos padrões estabelecidos pela legislação de Minas Gerais, o que indica a necessidade de implantação de programas educativos nas microrregiões produtoras, visando o entendimento e atendimento de Saúde Única. Assim, trabalhos devem ser desenvolvidos conjuntamente entre os órgãos da agricultura e da saúde do Estado e dos Municípios produtores, voltados para a necessidade de cada município das microrregiões produtoras de QMA.

Ao avaliar a evolução da qualidade microbiológica ao longo de 11 anos e ao comparar as microrregiões, constatou-se que não houve melhoria na qualidade e que dentre os microrganismos indicadores de higiene, estafilococos coagulase positivo foi responsável pelo maior número de não conformidades, principalmente na microrregião do Serro. Considerando a importância das enterotoxinas para a saúde pública e que a Instrução Normativa n.º 161 de 1º de julho de 2022 da Anvisa (BRASIL, 2022a) já estabelece a pesquisa de enterotoxinas estafilocócica em queijos, propõe-se a atualização das regulamentações de Minas Gerais referente aos QMA.

Embora de um modo geral não tenha sido evidenciado correlação entre as variáveis estudadas, a análise dos resultados das amostras coletadas evidencia que o cumprimento do período de maturação para cada uma das microrregiões é essencial para a qualidade microbiológica dos QMA; no entanto o período de maturação deve estar associado às boas práticas de fabricação e agropecuária.

REFERÊNCIAS

- ADDISA, M.F; MAFFIOLIA, E.M.; CECILIANIA, F.; TEDESCHIA, G.; ZAMARIANA, V.; TANGORRAC, F.; ALBERTINIA, M.; PICCININIA, R.; BRONZOA, V. Influence of subclinical mastitis and intramammary infection by coagulase negative staphylococci on the cow milk peptidome. **Journal of Proteomics** v. 226, 2020.
- AGÊNCIA MINAS. Dia dos Queijos Artesanais de Minas Gerais é comemorado em 16 de maio. **Agência Minas**, 15 mai. 2021a. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/dia-dos-queijos-artesanais-de-minas-gerais-e-comemorado-em-16-de-maio>. Acesso em 28 nov. 2021.
- AGÊNCIA MINAS. Queijo italiano é o grande campeão do Araxá Internacional Cheese Awards. **Agência Minas**, 08 nov. 2021b. Disponível em <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/queijo-italiano-e-o-grande-campeao-do-araxa-international-cheese-awards>. Acesso em 20 nov. 2021.
- ALMEIDA, T. T.; ANDRETTA, M.; FERREIRA, L. R.; CARVALHO, A. F.; NERO, L. A. The complex microbiota of artisanal cheeses interferes in the performance of enumeration protocols for lactic acid bacteria and staphylococci. **Journal of Dairy Science**, vol. 109, n.10, p. 1-8, out. 2020.
- ANDRETTA, M.; ALMEIDA, T. T.; FERREIRA, L. R.; CARVALHO, A. F.; YAMOTOGLI, R. S.; NERO, L. A. Microbial safety status of Serro artisanal cheese produced in Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.102, n. 12, p. 10790 – 10798, 2019.
- AOAC. Official Methods 2004. 02. **VIDAS *Listeria monocytogenes* II (LMO2)**. AOAC 21th edition, Chapter 17, 17.10.11, p. 315-317, 2019d.
- AOAC. Official Methods 2004.03. **Salmonella in Foods, Enzyme-linked immunofluorescent assay (ELFA)**. AOAC 21th edition, Chapter 17, 17.9.33, p. 230-233, 2019b.
- AOAC. Official Methods 2011.17. **Salmonella, Escherichia coli, and other Enterobacteriaceae – Vitek 2 Gram Negative (GN) Biochemical Identification Method**. AOAC 21th edition, Chapter 15, 17.15.01, p. 375-376, 2019c.
- AOAC. Official Methods 2012.02. **Gram-Positive Bacteria Identification Vitek 2 Gram-positive (GP) Biochemical Identification Method**. AOAC 21th edition, Chapter 15, 17.15.02, p. 376-378, 2019e.
- AOAC. Official Methods 998.08. **Confirmed *Escherichia coli* counts in Poultry, meats, and Seafood (Petrifilm™ Method)**. AOAC 21th edition, Chapter 17, 17.4.01D, p. 68-69, 2019a.
- ARAÚJO, J. P. A.; CAMARGO, A. C.; CARVALHO, A. F.; NERO, L. A. Uma análise histórico-crítica sobre o desenvolvimento das normas brasileiras relacionadas a queijos artesanais. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.5, p.1845-1860, 2020.
- BARRÍAA, C.; SINGER, R.S.; BUENOC, I.; ESTRADAD, E.; RIVERAA, D.; ULLOAE, S.; FERNÁNDEZ, J.; MARDONES, F. O.; MORENO-SWITTA, A. I. Tracing *Listeria*

BRASIL, Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 134, n. 48/96, p.1, 11 mar. 1996.

BRUMANO, E. C. C. **Impacto do tipo de fermento endógeno na qualidade e tempo de maturação de queijo Minas artesanal produzido em propriedades cadastradas pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária) na região do Serro-MG**. 2016. 158f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

CAMARGO, A. C.; ARAÚJO, J. P. A.; FUSIEGER, A.; CARVALHO, A. F.; NERO, L. A. Microbiological quality and safety of Brazilian artisanal cheeses. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, p. 393–409, 2021a.

CAMARGO, A. C.; COSTA, E. A.; FUSIEGER, A.; FREITAS, R.; NERO, L. A.; CARVALHO, A. F. Microbial shifts through the ripening of the “Entre Serras” Minas artisanal cheese monitored by high-throughput sequencing. **Food Research International**, v. 139, 109803, 2021b.

CAMPOS, G. Z.; LACORTE, G. A.; JURKIWICZ, C.; HOFFMAN, C.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M.; PINTO, U. M., Microbiological characteristics of Canastra cheese during manufacturing and ripening. **Food Control**, v. 121, 107598, 2021.

CANAL RURAL. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/pecuária/governo-regulamentação-selo-arte>, 2019. Acesso em: 04 ago. 2021.

CARNEIRO, J. O.; CHAVES, A. C. S. D.; STEPHAN, M. P.; BOARI, C. A.; KOBLITZ, M. G. B. Artisan minas cheese of Serro: proteolysis during ripening. **Helyon**, v. 6, n.7, e04446, 2020.

CASTRO, R. D.; OLIVEIRA, L. G.; SANT’ANNA, F. M.; LUIZ, L. M. P.; SANDES, S. H. C.; SILVA, C. I. F.; SILVA, A. M.; NUNES, A. C.; PENNA, C. F. A. M.; SOUZA, M. R. Lactic acid microbiota identification in water, raw milk, endogenous starter culture, and fresh Minas artisanal cheese from the Campo das Vertentes region of Brazil during the dry and rainy seasons. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 8, p. 6086 - 6096, 2016.

CASTRO, R.D.; PEDROSO, S. H. S. P.; SANDES, S. H. C. ; SILVA, G. O.; LUIZ, K. C. M.; DIAS, R. S.; FILHO, R. A. T.; FIGUEIREDO, H. C. P.; SANTOS, S. G. ; NUNES, A. C.; SOUZA, M. R. Virulence factors and antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from the production process of Minas artisanal cheese from the region of Campo das Vertentes, Brazil. **Journal of Dairy Science**. v.103, n.3, p.2098-2110. 2020.

CINTRÃO, R. P. **Segurança, qualidade e riscos: a regularização sanitária e os processos de(i) legalização dos queijos artesanais de leite cru em Minas Gerais**. 2016. 354 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

CompreRural. Top 5: Estados que mais produzem leite, confira. Disponível em: <https://www.comprerural.com/top-5-estados-que-mais-produzem-leite-confira>. Acesso em: 22/11/21.

COSTA, E. A. **Características microbiológicas e estudo da biodiversidade de queijo Minas artesanal da região das Entre Serras: da Piedade ao Caraça**. 2021. 115 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

CUNHA, A. L. F. S. **Potencial probiótico *in vitro* de *Lactobacillus* spp. isolados de queijo Minas artesanal da Serra do Salitre - MG**. 2018. 48f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes CLAROS, 2018.

DI CICCIO, P.; RUBIOLA, S.; PANEBIANCO, F.; LOMONACO, S.; ALLARD, M.; BIANCHI, D.M.; CIVERA, T.; CHIESA, F. Biofilm formation and genomic features of *Listeria monocytogenes* strains isolated from meat and dairy industries located in Piedmont (Italy). **International Journal of Food Microbiology**, v. 378, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109784>. Acesso em: 18 jul. 2022.

DORES, M.T.; DIAS, R.S.; ARCURI, E.F.; NOBREGA, J.E.; FERREIRA, C.L.L.F. Enterotoxigenic potential of *Staphylococcus aureus* isolated from Artisan Minas cheese from the Serra da Canastra - MG, Brazil. **Food Science and Technology**. v. 33, n. 2, pp. 271-275, 2013.

EDWARDS, A.L. "The Correlation Coefficient". In An Introduction to Linear Regression and Correlation. San Francisco, CA: W.H. Freeman, pp.33-46, 1976.

EMATER-MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Levantamento da Emater mostra que Minas Gerais tem 32 mil agroindústrias familiares. EMATER-MG 02 fev. 2022. Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/levantamento-da-emater-mg-mostra-que-minas-gerais-tem-32-mil-agroindustrias-familiares/?flagweb=novosite_pagina_interna_noticia&id=26273. Acesso em: 16 mar. 2022.

EXPOQUEIJO BRASIL 2022. **Araxá International Cheese Awards**. Resultado Concurso Internacional do Queijo. Disponível em: <https://www.expoqueijobrasil.com.br/concursopremiacao2022>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FAGERLUND, A.; LANGSRUD, S.; MORETRO, T. Microbial diversity and ecology of biofilms in food industry environments associated with *Listeria monocytogenes* persistence. **Current Opinion in Food Science** v. 37, pp. 171-178. 2021.

FIGUEIREDO, L. V. **Maturação e características de qualidade do queijo minas artesanal do Serro – MG**. 2018. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

GOBBETTI, M.; DI CAGNO, R.; CALASSO, M.; NEVIANI, E.; FOX, P. F.; DE ANGELIS, M. Drivers that establish and assemble the lactic acid bacteria biota in cheeses. **Trends in Food Science & Technology**, v. 78, p. 244-254, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Trimestral do Leite. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 16 nov. 2021.

IMA - INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. **Queijos Artesanais**. Produtores Registrados – Selo Arte. IMA, 2022. Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/agroindustria/queijos-artesanais>. Acesso em: 21 mai. 2022.

INPI - INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Indicações Geográficas: Indicações de procedências reconhecidas. INPI 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/status-pedidos/LISTACOMASINDICAESDEPROCEDNCIARECONHECIDAS.At10Ago2021.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ISO - International Organization for Standardization - ISO 11290-1. **Microbiologia de alimentos e de produtos de alimentação animal – Métodos horizontais para detecção e enumeração de *Listeria monocytogenes*** - Parte 1: Método de detecção, 1. ed. 2020.

ISO - International Organization for Standardization - ISO 6579. **Microbiologia de alimentos e alimentação de animais - Método horizontal para a detecção de *Salmonella* spp.** 2017.

ISO - International Organization for Standardization - ISO 6888-1. **Microbiologia de alimentos e de produtos de alimentação animal – Métodos horizontais para enumeração de estafilococos coagulase-positivos (*Staphylococcus aureus* e outras espécies)**. Parte 1: Técnica usando meio ágar Baird-Parker, 2019.

KHUSRO, A. AND AARTI, C. Metabolic heterogeneity and techno-functional attributes of fermented foods-associated coagulase-negative staphylococci. **Food Microbiology**, v.105, n. 3, pp. , 2022.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2019. Governo regulamenta o Selo Arte, que vai permitir a venda interestadual de alimentos artesanais. Disponível: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-regulamenta-o-selo-arte-que-vai-permitir-a-venda-interestadual-de-alimentos-artesanais>. Acesso em 10 jan. 2022.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2021. MAPA DO LEITE. Políticas Públicas e Privadas para o Leite. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 21 nov. 2021.

MARGALHO, L. P. **Bioprospecção do potencial tecnológico, probiótico e avaliação da segurança de bactérias lácticas endógenas de queijos artesanais**

brasileiros. 2020. 233f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

MARINI, E. Conheça os queijos brasileiros premiados no Mundial do produto.

Notícias R7, 21 jun. 2019. Disponível em: <https://noticias.r7.com/economia/conheca-os-queijos-brasileiros-premiados-no-mundial-do-produto-21062019>. Acesso em: 04 ago. 2021.

MARTINS, J.M.; GALINARI, E.; PIMENTEL-FILHO, N.J.; RIBEIRO Jr, J.I.; FURTADO, M.M.; FERREIRA, C.L.L.F. Determining the minimum ripening time of artisanal Minas cheese, a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology** v.46, n.1, pp. 219-230. 2015.

McSWEENEY, P.; FOX, P.; COTTER, P.; EVERETT, D. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. Academic press, 4.ed., 2017.

MELO, J.; ANDREW, P.W.; FALEIRO, M.L. *Listeria monocytogenes* in cheese and the dairy environment remains a food safety challenge: The role of stress responses. **Food Research International**, v. 67, n.1, pp.75-90. 2015.

MilkPoint. Conheça alguns dos queijos brasileiros premiados na França. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/conheca-alguns-dos-queijos-brasileiros-premiados-na-franca-227280/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.864 de 01 de agosto de 2008. Altera o regulamento da Lei 14.185 de 31/01/2002, que dispõe sobre processo de produção dos queijos artesanais de Minas Gerais. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, ano 116, n. 143, p. 1, 2 ago. 2008. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=44864&comp=&ano=2008>. Acesso em: 16 jan. 2022.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.024, de 19 de agosto de 2020. Regulamenta a Lei nº 23.157, de 18 de dezembro de 2018, que dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, ano 128, n. 171, p. 1 a 3, 20 ago. 2020a.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.141, de 18 abril de 2022. Identifica a região Entre Serras da Piedade ao Caraça como produtora do queijo minas artesanal. Belo Horizonte, MG, 2022 a. Disponível em: <file:///C:/Users/55319/Downloads/Portaria%20n%C2%BA%202141,%20de%2019%20de%20abril%20de%202022.pdf> Acesso em 27 abr.2022.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.129, de 22 março de 2022, Identifica região de Diamantina como produtora do queijo minas artesanal. Belo Horizonte, MG, 2022 b. Disponível em: <file:///C:/Users/55319/Downloads/Portaria%20n%C2%BA%202129,%20de%2022%20de%20mar%C3%A7o%20de%202022.pdf> Acesso em 27 abr.2022.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.124, de 04 março de 2022 Altera a Portaria IMA nº 694, de 17 de novembro de 2004. Belo Horizonte, MG, 2022 c. Disponível em:

file:///C:/Users/55319/Downloads/Portaria%20n%C2%BA%202124,%20de%2004%20de%20mar%C3%A7o%20de%202022.pdf Acesso em 11 abr. 2022.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.087, de 07 de setembro de 2021. Inclui municípios na região do Vale do Jequitinhonha como produtora de queijo cabacinha. Belo Horizonte, MG, 2021b. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=19017&Itemid=1000000000000. Acesso em: 26 nov. 2021

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.051, de 7 de abril de 2021. Define o período de Maturação do QMA produzido nas microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro. Belo Horizonte, MG, 2021c. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18551&Itemid=1000000000000. Acesso em: 26 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.050, de 7 de abril de 2021. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo artesanal de Alagoa. Belo Horizonte, MG, 2021d. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18559&Itemid=1000000000000. Acesso em 26 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.049, de 7 de abril de 2021. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo artesanal Mantiqueira de Minas. Belo Horizonte, MG, 2021e. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18558&Itemid=1000000000000. Acesso em: 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.033, de 23 de janeiro de 2021. Dispõe sobre os parâmetros e padrões físico-químicos e microbiológicos de alimentos de origem animal e água de abastecimento. Belo Horizonte, MG, 2021a. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18428&Itemid=1000000000000. Acesso em 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 2.016, de 26 de novembro de 2020. Identifica a Região Serras da Ibitipoca como Produtora do QMA e Revoga a Portaria IMA nº 1834, de 04 de julho de 2018. Belo Horizonte, MG, 2020c. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1706&id=18363&Itemid=1000000000000. Acesso em: 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.990., de 26 de agosto de 2020. Altera a Portaria IMA nº 1.427, de 29 de agosto de 2014. Belo Horizonte, MG, 2020d. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1706&id=18143&Itemid=1000000000000. Acesso em 18 out. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.986, de 16 de junho de 2020. Identifica o município de Alagoa como produtor do queijo artesanal de Alagoa. Belo Horizonte, MG, 2020e. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1706&id=18014&Itemid=1000000000000. Acesso em 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.985, de 26 de março de 2020. Identifica a região da Mantiqueira como produtora do QA Mantiqueira de Minas. Belo Horizonte, MG, 2020f. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1706&id=18013&Itemid=1000000000000. Acesso em: 18 out. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.969, de 26 de março de 2020. Dispõe sobre a produção de QMA em queijarias e entrepostos localizados dentro de microrregiões definidas e para as demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de Queijo Minas Artesanal – QMA. Belo Horizonte, MG, 2020b. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1706&id=17923&Itemid=1000000000000. Acesso em: 18 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.937, de 14 de agosto de 2019. Dispõe sobre a habilitação sanitária dos queijos artesanais e da concessão do Selo Arte das queijarias com habilitação sanitária no IMA. Belo Horizonte, MG, 2019. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1338&id=15620&Itemid=1000000000000. Acesso em: 22 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.825, de 19 de junho de 2018. Identifica a região da Serra Geral do Norte de Minas como produtora de queijo artesanal. Belo Horizonte, MG, 2018b. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1349&id=14418&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.736, de 27 de julho de 2017. Altera a Portaria nº 1305/2013, de 30 de abril de 2013, que dispõe sobre o período de maturação do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte, MG, 2017. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1350&id=14644&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.687, de 22 de dezembro de 2016. Altera o artigo 1º da Portaria nº 694, de 17 de novembro de 2004, para incluir o município de São João Batista do Glória na microrregião da Canastra. Belo Horizonte, MG, 2016. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1352&id=14833&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.453, de 01 de dezembro de 2014. Identifica a região de Alagoa como produtora de Queijo tipo Parmesão no modo artesanal. Belo Horizonte, MG, 2014a. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1438&id=15292&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.428, de 29 de agosto de 2014. Identifica a microrregião da Serra do Salitre como produtora do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte, MG, 2014b. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1438&id=15265&Itemid=1000000000000. Acesso em: 10 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.427, de 29 de agosto de 2014. Identifica a região do Vale do Suaçuí como produtora de Parmesão de Modo Artesanal. Belo Horizonte, MG, 2014c. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1438&id=15264&Itemid=1000000000000. Acesso em: 10 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.403, de 02 de maio de 2014. Identifica a região do Vale do Jequitinhonha como produtora de Queijo Cabacinha. Belo Horizonte, MG, 2014d. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1438&id=15238&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.397, de 13 de fevereiro de 2014. Identifica a Microrregião do Triângulo Mineiro como produtora de Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte, MG, 2014e. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1438&id=15233&Itemid=1000000000000. Acesso em: 19 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.186, de 12 de dezembro de 2011. Proíbe o uso de aditivos e coadjuvantes de tecnologia ou elaboração na fabricação do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte, MG, 2011a. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1596&id=16036&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.152, de 14 de julho de 2011. Inclui município na microrregião do Serro. Belo Horizonte, MG, 2011b. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1596&id=16002&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.022, de 03 de novembro de 2009. Identifica a microrregião Campo das Vertentes. Belo Horizonte, 2009a. Disponível em:

http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1576&id=16558&Itemid=1000000000000. Acesso em: 13 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 1.021, de 3 de novembro de 2009. Inclui municípios na microrregião do Cerrado. Belo Horizonte, 2009b. Disponível em:

http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1576&id=16557&Itemid=1000000000000. Acesso em: 13 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 874, de 02 de agosto de 2007. Altera a denominação da microrregião do Alto Paranaíba como produtora do queijo minas artesanal. Belo Horizonte, MG, 2007. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1660&id=16789&Itemid=1000000000000. Acesso em: 12 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 694, de 17 de novembro de 2004. Identifica a microrregião da Canastra. Belo Horizonte, MG, 2004. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1666&id=17030&Itemid=1000000000000. Acesso em: 16 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 619 de 01 de dezembro de 2003. Identifica a microrregião do Alto Paranaíba como produtora do queijo minas artesanal. Belo Horizonte, MG, 2003a. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1676&id=17087&Itemid=1000000000000. Acesso em: 16 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria IMA nº 594, de 10 de junho de 2003. Identifica a microrregião de Araxá. Belo Horizonte, MG, 2003b. Disponível em:

http://www.ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1676&id=17061&Itemid=1000000000000. Acesso em: 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Lei nº 23.157, de 12 de dezembro de 2018. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais. **Diário**

Oficial do Estado de Minas Gerais, Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 126, n. 234, p. 1 e 2, 13 dez. 2018a.

MINAS GERAIS. Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal e dá outras providências. Revogada. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**: Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, p.3, 01.fev. 2002. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=14185&comp=&ano=2002>. Acesso em 13 out. 2021.

MONTEIRO R. P.; MATTA V. M. **Queijo Minas Artesanal Valorizando a Agroindústria Familiar**. 23. ed. Brasília, DF. EMBRAPA, Rio de Janeiro: EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199625/1/Livro-Queijo-Minas-Artesanal-Ainfo.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

NERO, L. A.; ANDRETTA, M.; ALMEIDA, T. T.; FERREIRA, L. R.; CAMARGO, A. C.; YAMATOGLI, R. S.; CARVALHO, A. F.; CALL, D. R. Lactic microbiota of the minas artisanal cheese produced in the serro region, Minas Gerais, Brazil. **Food Science and Technology - LWT**, v. 148, 111698, 2021.

OLIVEIRA, M. C.; CHAVES, M. J. L.; LIMA, F. K. S.; MONTE, A. L. S.; MENDES, L. G. Microbiological parameter of cheeses produced and marketed in Brazil: Systematic review. **Research Society and Development**, v. 10, n. 14, e472101422196, 2021.

OLIVEIRA, S. P. P.; MARTINS, J. M.; NOGUEIRA, C. H.; VALE, R. C.; RODRIGUES, M. P. J.; GALLETI, A. N. Características físico-químicas dos queijos Minas artesanais do Serro fabricados com pingo e com rala. **Revista do Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 4, p. 235-244, 2018.

PACHECO, A.F.C.; SOUZA, L.B.; MAGALHÃES, F.A.R.; SALES, G.A.; JUNIOR; B.R.C.L. **Queijo Minas Artesanal**. Viçosa: Boletim de Extensão. UFV, 2021. nº 83, p.7-64.

PASSINI, J. J. **Agroindústria familiar, desenvolvimento rural e sustentabilidade**. 2020.149f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2020.

PENNA, A. L. B.; GIGANTE, M. L.; TODOROV, S. D. Artisanal Brazilian Cheeses – History, Marketing, Technological and Microbiological Aspects. **Foods**, v. 10, n. 1562, p. 1 - 21, 2021.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rafael, V.C. **Fenótipos da microbiota predominante do fermento endógeno (pingo) relevantes para as características e segurança microbiológica do queijo minas artesanal da Serra da Canastra**. 2017.138f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G. R. Evolução da produção de leite sob a ótica do Censo, Brasil. **Anuário do Leite**, p. 11-13, 2020.

SÁ, L. F. C.; MARTINS, J. M.; MARTINS, M. L.; ELLENA, E. A.; MOREIRA, B. C.; PEREIRA, L. L. C.; BENEVENUTO, W. C. A. N.; PEREIRA, D. A. Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal do Campo das Vertentes. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.11, p. 110013-110028, 2021.

SANT'ANA, F.M.; WETZELS, S.U.; CICCIO, S.H.S.; FIGUEIREDO, R.C.; SALES, G.A.; FIGUEIREDO, N.C.; NUNES, C.A.; SCHMITZ-ESSER, S.; MANN, E.; WAGNER, M.; SOUZA, M.R. Microbial shifts in Minas artisanal cheeses from the Serra do Salitre region of Minas Gerais, Brazil throughout ripening time. **Food Microbiology**, v. 82, n. 9, p.349-362, set. 2019.

SILVA, A. M.; PENNA, C. F.A. M.; SANT'ANNA, F. M.; SILVA, G. O.; ASSIS, G. S.; SILVA, J. G.; VALENTE, G. L.; ACACIO, L. B.; OLIVEIRA, L. G.; SOUZA, M. R.; FIGUEIREDO, N. C.; FIGUEIREDO, R. C.; CASTRO, R. D. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia** - Queijos Minas Artesanais. n. 95, Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2019. 55p. Disponível em: [https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/cteletronico%2095%20\(2\).pdf](https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/cteletronico%2095%20(2).pdf). Acesso em: 20 out. 2021.

SILVA, A.M.A.; GOMES, L.M.D.; CARVALHO, J.T.F.; BARBOSA, F.R.; PEREIRA, D.E. Características da Salmonella Spp.: uma Revisão Literária. **International Journal of Nutrology**, v.11, n. s1: s1- s23, 2018.

SISTEMA DE DEFESA SANITÁRIA DE MINAS GERAIS – SIDAGRO. Disponível em: <http://sidagro.ima.mg.gov.br/sidagro/home.seam?=38125>. Acesso em: 20 jul. 2022.

VERAS, J.F.; CARMO, L.S.; TONG, L.C.; SHUPP, J.W.; CUMMINGS, C.; SANTOS, D.A.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; CANTINI, A.; NICOLI, J.R.; JETT, M. A study of the enterotoxigenicity of coagulase negative and coagulase-positive staphylococcal isolates from food poisoning outbreaks in Minas Gerais, Brazil. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 12, n. 4, p. 410-415. jul. 2008.