

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS BAMBUÍ
MEDICINA VETERINÁRIA

Ayane Alves Medeiros

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO FERMENTO ENDÓGENO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA
CANASTRA**

BambuÍ
2026

AYANE ALVES MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO FERMENTO ENDÓGENO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA
CANASTRA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Medicina Veterinária do Instituto Federal
de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para
obtenção do grau de bacharela em
Medicina Veterinária.
Orientadora: Sônia de Oliveira Duque
Paciulli

Bambuí

2026

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

M448a Medeiros, Ayane Alves.

Avaliação da influência do fermento endógeno sobre as características físico-químicas do queijo Minas Artesanal da Canastra. / Ayane Alves Medeiros. – 2026.

42 f. : il.; color.

Orientadora: Sônia de Oliveira Duque Paciulli.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Medicina Veterinária, 2026.

1. Queijo Minas Artesanal. 2. Fermento endógeno. 3. Maturação. I. Paciulli, Sônia de Oliveira Duque. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 637.35



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Bambuí
Diretoria de Ensino

Departamento de Ciências Agrárias

Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

Ayane Alves Medeiros

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO FERMENTO ENDÓGENO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA CANASTRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.
Orientadora: Profa. Sônia de Oliveira Duque Paciulli.

Aprovado em: 20 / 07 / 2026

pela banca examinadora:

Profa. Dra. Sônia de Oliveira Duque Paciulli - IFMG Campus Bambuí (Orientadora)

Prof. Dr. Rogério Amaro Gonçalves - IFMG Campus Bambuí

Maísa Paula da Silva - IFMG Campus Bambuí

Bambuí, 20 de julho de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Sonia de Oliveira Duque Paciulli, Professor**, em 20/07/2026, às 13:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Amaro Gonçalves, Professor**, em 20/07/2026, às 13:55, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Maisa Paula da Silva, Assistente de Laboratório**, em 20/07/2026, às 13:56, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2814591** e o código CRC **9168A277**.

23209.002582/2026-75	2814591v1
----------------------	-----------

RESUMO

O Queijo Minas Artesanal (QMA) da microrregião da Canastra constitui um importante patrimônio cultural, econômico e gastronômico brasileiro, sendo o fermento endógeno ("pingo") um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento de suas características sensoriais e tecnológicas. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes fermentos endógenos sobre as características físico-químicas do Queijo Minas Artesanal da Canastra durante o processo de maturação. Foram utilizados cinco tipos de "pingo" provenientes de diferentes propriedades registradas em serviços de inspeção, empregando-se o mesmo lote de leite cru para a fabricação dos queijos. As análises foram realizadas nos tempos de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 14, 18 e 22 dias de maturação, determinando-se os parâmetros pH, teor de ácido lático, umidade, gordura, proteína total e resíduo mineral fixo (cinzas). Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Verificou-se efeito significativo do tempo de maturação, do tipo de "pingo" e da interação entre ambos, para todas as variáveis avaliadas. Durante a maturação, observou-se redução progressiva da umidade, acompanhada pelo aumento dos teores de proteínas e cinzas, enquanto o pH apresentou queda inicial, seguida de estabilização ou discreta elevação nos períodos finais. O teor de ácido lático variou conforme a microbiota característica de cada fermento endógeno, demonstrando diferenças na intensidade da fermentação entre os "pingos" avaliados. O teor de gordura apresentou comportamento variável entre os tratamentos, evidenciando influência conjunta da composição do leite, do fermento utilizado e das transformações decorrentes da maturação. Concluiu-se que os diferentes fermentos endógenos exercem influência significativa sobre a evolução das características físico-químicas do Queijo Minas Artesanal da Canastra, embora o tempo de maturação seja o principal fator responsável pelas modificações observadas, contribuindo para a definição da identidade, qualidade e tipicidade do produto.

Palavras-chave: Queijo Minas Artesanal. Fermento endógeno. Maturação. Características físico-químicas.

ABSTRACT

Canastra Artisanal Minas Cheese (QMA) is an important Brazilian cultural, economic, and gastronomic heritage, with its endogenous starter culture ("pingo") being one of the main factors responsible for developing its sensory and technological characteristics. This study aimed to evaluate the influence of different endogenous starter cultures on the physicochemical characteristics of Canastra Artisanal Minas Cheese during the ripening process. Five types of "pingo" from different farms registered with inspection services were used, employing the same batch of raw milk for cheese production. Analyses were performed at 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 14, 18, and 22 days of ripening, determining pH, lactic acid content, moisture, fat, total protein, and fixed mineral residue (ash). The results were subjected to analysis of variance and Tukey's test ($p < 0.05$). A significant effect of ripening time, type of "pingo", and their interaction was observed for all evaluated variables. During ripening, a progressive reduction in moisture was observed, accompanied by an increase in protein and ash contents, while pH showed an initial drop followed by stabilization or a slight increase in the later stages. Lactic acid content varied according to the characteristic microbiota of each endogenous culture, demonstrating differences in fermentation intensity among the evaluated "pingos". Fat content showed variable behavior among treatments, reflecting the combined influence of milk composition, the starter culture used, and transformations resulting from ripening. It is concluded that different endogenous starter cultures significantly influence the evolution of physicochemical characteristics in Canastra Artisanal Minas Cheese, although ripening time is the main factor responsible for the observed changes, contributing to the definition of the product's identity, quality, and typicality.

Keywords: Artisanal Minas Cheese. Endogenous starter culture. Maturation. Physicochemical characteristics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivos específicos.....	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 A importância dos queijos artesanais	10
3.2 A microrregião da Canastra e o queijo Minas Artesanal da Canastra	12
3.3 Queijo Minas Artesanal da Canastra	13
3.4 “Pingo” x Maturação	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Fabricação do queijo Canastra.....	18
4.2 Coleta e amostragem	19
4.3 Análises físico-químicas dos queijos.....	19
4.4 Análise estatística	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1 Teor de umidade	20
5.2 Teor de ácido láctico	22
5.3 pH	25
5.4 Resíduo mineral fixo (cinzas).....	27
5.5 Teor de gordura	29
5.6 Proteína total.....	31
6 CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

O queijo Minas Artesanal da Canastra representa um importante patrimônio cultural, econômico e gastronômico do Brasil, reconhecido nacional e internacionalmente por suas características sensoriais únicas, resultado direto da interação entre fatores ambientais, o modo de produção tradicional e pelo uso de fermentos endógenos, conhecidos popularmente como “pingo”. Na produção, é utilizado leite cru, ao qual é adicionado o fermento endógeno natural que é obtido a partir do soro que escorre dos queijos previamente produzidos, após a salga com sal grosso. O “pingo” influencia de forma significativa o processo fermentativo, contribuindo diretamente para o desenvolvimento do sabor, textura, aroma e identidade microbiológica do queijo Canastra (PEREIRA *et al.*, 2008). O queijo é, posteriormente, maturado sob condições ambientais específicas pertencentes a cada região produtora.

O uso da cultura endógena, juntamente com os microrganismos naturais presentes no leite cru, desempenha um papel fundamental para a composição microbiológica e qualidade do produto. A composição microbiológica do “pingo” é variável, dependendo de fatores como manejo do rebanho, alimentação dos animais, condições ambientais e práticas de fabricação adotadas em cada propriedade. As características adquiridas pelo “pingo”, de acordo com cada região de produção, esclarecem os atributos sensoriais únicos que se desenvolvem durante a maturação dos queijos (IPHAN, 2006). Como consequência, queijos elaborados com diferentes fermentos naturais, durante o processo de maturação, podem apresentar variações significativas em sua composição, refletindo nos parâmetros físico-químicos do produto, impactando tanto a qualidade sensorial quanto a segurança alimentar do produto.

Dessa forma, a análise físico-química torna-se uma ferramenta essencial para compreender os efeitos desses fermentos na caracterização do queijo Minas Artesanal Canastra, permitindo contribuir para o controle e melhorias no processo produtivo de um queijo artesanal tradicional e que constitui importante fonte de renda para os pequenos produtores rurais e região produtora.

Adicionalmente, o estudo científico de queijos artesanais elaborados com leite cru tem ganhado relevância diante dos desafios de conciliar a preservação das características tradicionais com o atendimento às exigências sanitárias e legais. A geração de dados científicos impulsiona melhorias na qualidade e segurança da produção artesanal do queijo (PINEDA *et al.*, 2021), contribuindo para a valorização do produto, auxiliando na padronização mínima da qualidade sem comprometer sua identidade regional, promovendo o fortalecimento da agricultura familiar e a preservação do modo de fazer artesanal.

2 OBJETIVOS

Avaliar o uso de diferentes tipos de “pingo” sobre as características físico-químicas do queijo Minas Artesanal durante a maturação.

2.1 Objetivos específicos

- Comparar o uso de diferentes tipos de “pingos” no processo de fabricação dos queijos artesanais da Canastra durante a maturação;
- Analisar o impacto do uso diferentes tipos de “pingo” sobre as características físico-químicas do queijo durante diferentes períodos de maturação (0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 14, 18, 22 dias);
- Verificar como diferentes tipos de “pingo” influenciam no teor de umidade, ácido láctico, pH, gordura, proteína total e resíduo mineral fixo do queijo Minas Artesanal da Canastra.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A importância dos queijos artesanais

Considerado um dos alimentos mais antigos produzidos pela humanidade, a fabricação do queijo representa um marco importante na história, exercendo um papel fundamental no processo de adaptação e desenvolvimento das sociedades. A tecnologia de transformar o leite, alimento de estimado valor nutricional, em outro produto de valor semelhante, porém com maior estabilidade, vida útil prolongada e facilidade de armazenamento e transporte, constituiu um avanço tecnológico significativo (FIGUEIREDO, 2022). Os queijos artesanais são aqueles elaborados com leite integral fresco e cru, por meio de métodos tradicionais que possuem vínculo e valorização territorial, regional ou cultural, de forma a empregar boas práticas agropecuárias e de fabricação no processo de produção artesanal. Estes queijos possuem características marcantes de sabor e de textura, tornando produtos valorizados, com identidade e qualidade específicas (BRASIL, 2022; MINAS GERAIS, 2020; SOBRAL *et al.*, 2022).

No Brasil, há uma produção significativa de queijos artesanais, refletindo aspectos históricos e culturais. O desenvolvimento do setor é impulsionado pelo crescente interesse do consumidor por alimentos orgânicos, sem aditivos ou conservantes químicos e por mudanças contínuas dos padrões alimentares, potencializando a capacidade produtiva do setor. Há uma crescente produção e comercialização de queijos artesanais no país, devido à produção tradicional e inovações de novas variedades, como nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (PENNA; GIGANTE; TODOROV, 2021; MELO; ANDREW; FALEIRO, 2015). Os queijos artesanais brasileiros apresentam diferenças no processamento, tempo de maturação (quando aplicado), tipo de leite utilizado, textura, tamanho, forma, cor, teor de umidade, sabor, uso ou não de culturas iniciadoras, entre outras (KAMIMURA *et al.*, 2019).

No modo artesanal de fabricar queijo, os processos produtivos são tradicionalmente repassados a cada geração, sendo a subsistência de diversas famílias no meio rural, fundamental para a economia de municípios e regiões, além do enriquecimento cultural das regiões produtoras (COSTA JÚNIOR *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2011). Apesar de envolver etapas de produção semelhantes, as características sensoriais de cada variedade são influenciadas pela diversidade da microbiota, que é resultado das características físico-ambientais de cada região. Penna, Gigante e Todorov (2021) destacam que os queijos artesanais precisam atender a normas de identidade e qualidade sem perder as características regionais que os tornam únicos. Costa,

Munhoz e Vieira (2022) complementam, afirmando que a formalização do setor, por meio de certificações e indicações geográficas, fortalece a visibilidade do queijo artesanal brasileiro nos mercados nacional e internacional.

O estado de Minas Gerais se destaca no cenário nacional e é reconhecido pelos queijos que possuem características e identidade únicas, com imensurável valor cultural e econômico para os produtores (COSTA *et al.*, 2022). Segundo o relatório Safra Agroindústria 2024, da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG), o Estado conta com 32.615 agroindústrias familiares em 737 municípios, destacando os produtos derivados do leite, sendo 7.776 empreendimentos específicos de queijos artesanais (EMATER, 2024).

Na produção de queijos mineiros, encontram-se diferentes queijos artesanais, sendo diferenciados dos Queijos Minas Artesanais (QMA), que seguem um protocolo tecnológico de fabricação padronizada nas regiões em que são produzidos. Os demais queijos artesanais de Minas apresentam particularidades no processo de elaboração, e, além da fabricação em suas respectivas regiões, incluem etapas adicionais, como aquecimento e cozimento da massa, fusão ou filagem e o uso de cultura *starter* comercial, dentre diferentes etapas que não são permitidas no QMA. Dessa forma, o conjunto de queijos artesanais de Minas abrange tanto os queijos Minas artesanais (QMA) quanto os queijos artesanais provenientes das técnicas de produção específica somente de sua variedade (SOBRAL *et al.*, 2022, PINEDA *et al.*, 2021).

O queijo artesanal tornou-se um marco na cultura mineira, possuindo um valor identitário, destacando-se o Queijo Minas Artesanal (QMA), cujo modo artesanal de produção é reconhecido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) como um patrimônio imaterial, devido ao seu aspecto histórico-cultural, sua fabricação artesanal e importância comercial para a região (BEDIM; TUBALDINI; NOGUEIRA, 2011; IPHAN, 2006). Com o elevado reconhecimento dos valores dos saberes tradicionais, por ser produzido há 300 anos por pequenos produtores da agricultura familiar, os modos de fazer o Queijo Minas Artesanal integram a lista do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), tornando-se o primeiro bem cultural imaterial brasileiro associado à cultura alimentar (IEPHA-MG, 2024). O QMA apresenta cor e sabor próprios, com massa uniforme, isenta de corantes e conservantes, podendo ter, ou não, olhaduras mecânicas, produzido com tradição histórica e cultural da região de origem (MINAS GERAIS, 2024a).

No estado de Minas Gerais, os queijos artesanais são reconhecidos por suas tradições históricas, culturais, sociais e econômicas. Atualmente, o governo reconhece

oficialmente dezesseis regiões produtoras de queijos artesanais, sendo reconhecidas dez regiões produtoras do Queijo Minas Artesanal (QMA), incluindo Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Diamantina, Entre Serras da Piedade ao Caraça, Serra do Salitre, Serro, Triângulo Mineiro e Serras da Ibitipoca. As demais regiões são reconhecidas por outros tipos de queijos artesanais mineiros, sendo estas Alagoa (Queijo Artesanal de Alagoa), Mantiqueira de Minas (Queijo Artesanal da Mantiqueira de Minas), Serra Geral do Norte de Minas, Vale do Jequitinhonha (Queijo Cabacinha), Vale do Suaçuí e Vale do Mucuri (Requeijão Moreno) (MINAS GERAIS, 2024c). Cada região possui uma combinação de aspectos climáticos e fatores físico-naturais que atribuem características sensoriais específicas aos queijos, apreciados pelos consumidores.

Os Queijos Minas Artesanais produzidos em queijarias distintas das microrregiões definidas e regulamentadas pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) poderão ser denominados apenas como QMA, não recebendo a identidade da microrregião (MINAS GERAIS, 2024a).

3.2 A microrregião da Canastra e o queijo Minas artesanal da Canastra

A Serra da Canastra é uma das mais emblemáticas do Brasil no que diz respeito à produção de queijos artesanais, caracterizando-se por práticas herdadas historicamente e por condições ambientais particulares. A microrregião é localizada a sudoeste do estado de Minas Gerais, limitando-se geograficamente ao norte pelo Triângulo Mineiro; ao sul, pelo lago de Furnas; e a oeste, pelo Centro-Oeste de Minas, situando-se na marginal do domínio morfoclimático do cerrado, um dos fatores que caracterizam as formações vegetais da região. A serra funciona como um divisor de águas de diferentes bacias hidrográficas, os rios Grande, Paranaíba e São Francisco (MESSIAS; FERREIRA, 2019; MINAS GERAIS, 2004).

A microrregião da Serra da Canastra foi reconhecida oficialmente como produtora do Queijo Minas Artesanal no ano de 2004, por meio da portaria n.º 694, de 17 de novembro de 2004. No ano de 2008, o modo de fazer foi reconhecido como Patrimônio Cultural Imaterial Brasileiro (IPHAN, 2008). Em 2012, o queijo Canastra foi registrado como Indicação Geográfica, sendo requisitado o selo por produtores da Associação dos Produtores de Queijo Canastra (APROCAN), com busca em estratégias de proteção e valorização do produto, sendo registrada a área geográfica para Indicação de Procedência Canastra. Delimitada pelos municípios de Bambuí, Córrego D'anta, Delfinópolis, Medeiros, Piumhi, São João Batista do Glória, São Roque de Minas, Tapiraí e Vargem Bonita, a microrregião da Canastra é reconhecida como uma referência na produção de queijos (BRASIL, 2024; GRELLE, 2021;

MINAS GERAIS, 2018; MINAS GERAIS, 2004). O registro de Indicação Geográfica (IG) é permitido apenas a produtores inseridos na área determinada por um órgão oficial, protegendo o uso do nome geográfico em associação a determinado produto ou serviço, proporcionando reconhecimento do produto, além do crescimento econômico, identidade cultural, preservação de tradições, geração de empregos e um ambiente ecologicamente equilibrado, contribuindo com a valorização da origem e o modo de fazer (BRUCH, 2008; PÔRTO JR., 2023).

Sendo destaque entre os queijos mineiros, o Queijo Minas Artesanal da Canastra é produzido de maneira tradicional, a partir do leite fresco e cru recém-ordenhado e com o uso de fermento endógeno natural, conhecido como “pingo”. Estas combinações, juntamente ao solo, pastagem, clima, altitude e água, da região da Serra da Canastra, interferem direta ou indiretamente no produto, concedendo sabor, textura e aroma específicos ao queijo canastra (RESENDE *et al.*, 2011). Campos *et al.* (2021) mostraram que a microbiologia do queijo Canastra sofre influência tanto das condições ambientais quanto do manejo dos produtores, o que contribui para a heterogeneidade de resultados. Prata *et al.* (2020) acrescentam que essa variabilidade produtiva se reflete no perfil sensorial, evidenciando que a caracterização físico-química deve ser acompanhada de análises sensoriais, para garantir a tipicidade do produto.

Para obter a denominação de QMA da Serra da Canastra, o queijo deve ser maturado na queijaria onde foi produzido ou em entreposto localizado na mesma microrregião produtora (MINAS GERAIS, 2024a).

3.3 Queijo Minas Artesanal da Canastra

Os queijos artesanais valorizam as tradições culturais do estado de Minas Gerais, pois a tecnologia de fabricação é passada de geração em geração, de pai para filho (ARAÚJO *et al.*, 2020). A composição e a qualidade do queijo dependem de diversos fatores, incluindo a origem do leite, o tipo de coagulação (enzimática ou ácida), o tratamento térmico aplicado, a cultura iniciadora utilizada e as condições de maturação (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006).

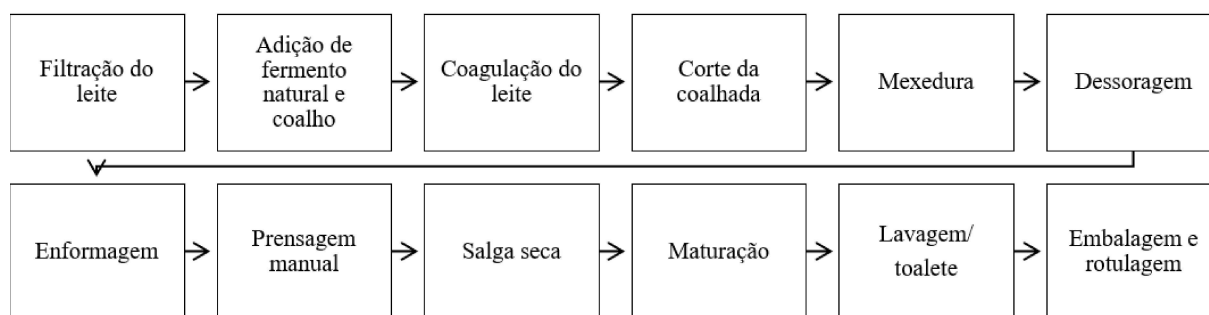
A caracterização do Queijo Minas Artesanal envolve análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos que conferem identidade ao produto. Dargère *et al.* (2023) identificaram que elementos como teores de cinzas, gordura, nitrogênio solúvel e pH são parâmetros que mais se diferenciam entre os queijos de acordo com cada região de origem, sendo relacionados ao manejo artesanal adotado nas queijarias, demonstrando a influência das práticas familiares na qualidade final. Oliveira *et al.* (2013) ressaltam que a produção em diferentes microrregiões mineiras revela variações significativas nesses parâmetros,

confirmando que o território desempenha papel determinante na composição do produto. A forma de produção também é fundamental para a caracterização. Lopes *et al.* (2022) destacam que a utilização de leite cru, o processo de coagulação e a prensagem manual conferem singularidade sensorial e autenticidade cultural.

O queijo Minas Artesanal Canastra é produzido seguindo uma metodologia tradicional, fazendo parte da cultura da região da Serra da Canastra no estado de Minas Gerais. Silva *et al.* (2011) relatam que queijos artesanais da região Canastra sofrem variações físico-químicas e químicas em função dos diferentes períodos de observação e de tecnologia empregada para fabricação, em que a maioria das famílias rurais está envolvida na fabricação artesanal, sendo sua principal ou única fonte de renda. Isso evidencia, desta maneira, a importância cultural e econômica que este produto traz para as regiões mineiras produtoras. A particularidade do Queijo Minas Artesanal Canastra se dá pelo modo de fazer tradicional e pela inclusão do fermento natural, conhecido como “pingo”, ao leite cru.

O processo de fabricação inicia-se a partir da obtenção do leite cru, oriundo da própria fazenda produtora, que deve seguir Boas Práticas Agropecuárias (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma do processo de fabricação do Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra



Fonte: Adaptado de: MINAS GERAIS (2024).

O leite pode ser ordenhado da vaca de forma manual ou mecânica. Posteriormente, o leite, em temperatura ambiente, é filtrado, com o uso de um filtro ou coador limpo, e sanitizado. A matéria-prima não é submetida a tratamento térmico, devendo o processamento ser iniciado em até noventa minutos posteriores ao começo da ordenha. Para iniciar a acidificação e coagulação, o leite é acondicionado em vasilhame apropriado ou em tanques de fabricação, onde são acrescentados a cultura iniciadora “pingo” e o coalho. Após repouso de aproximadamente 50 minutos, completa-se a formação da coalhada, na qual o leite passa para o estado de gel, adquirindo uma consistência firme. Em sequência, ocorre o corte da massa com

o auxílio de pás ou liras. Com o resultado obtido, a mexedura da coalhada é feita em curtos intervalos de tempo, para facilitar e potencializar a dessoragem, que corresponde à separação do excesso de soro da massa. Após esta etapa, acontece a distribuição da massa em formas plásticas cilíndricas revestidas de tecido volta-mundo, iniciando, assim, a prensagem manual. Quando a massa se encontra firme, após retirada de todo o excesso de soro, retira-se o tecido e inicia-se a salga. O soro coletado “pingo” será utilizado na fabricação do queijo do dia seguinte. Feita a salga em uma das faces do queijo, após um período de seis a doze horas, ele é virado para ser efetuada a salga na outra face. Em 24 horas, o queijo é desenhado e segue para o ambiente de maturação, que é realizada em prateleiras de madeiras, em temperatura ambiente, sendo virado diariamente. Após, ocorre toalete, com a intenção de limpar a casca, deixando-a uniforme e fina para, posteriormente, serem realizadas a embalagem e a rotulagem (IPHAN, 2008; MINAS GERAIS, 2024a; MONTEIRO; MATTA, 2018).

Apesar de serem fabricados na mesma região, cada produtor possui particularidades no modo de fazer o QMA. Assim, cada um possui uma diversidade de sabores e texturas, sendo valorizados pelo mercado de consumidores e a alta gastronomia do Brasil (COSTA, 2022).

Com o formato cilíndrico, de bordas retas e arredondadas, o Queijo Minas Artesanal Canastra possui coloração branco amarelado, com uma crosta lisa, fina, sem possuir trincas. A consistência semidura, com tendência a macia, de natureza amanteigada, apresentando-se internamente uma textura compacta, de cor uniforme e podendo possuir algumas olhaduras. O sabor único e característico consiste em ser suave, pouco ácido, não picante e agradável. O peso do QMA Canastra varia de 1,0 kg a 1,2 kg, com 15 a 17 centímetros de diâmetro e altura de 4 a 6 centímetros (MINAS GERAIS, 2024a).

Ademais, podem ser produzidos na Serra da Canastra-MG algumas variantes do queijo Canastra, queijos de diferentes tamanhos, como queijo Canastra merendeiro, que, geralmente, é destinado para o consumo familiar por ser menor em tamanho e peso (300-400 gramas), de consistência mais firme, sendo feito com o restante da massa coalhada que não é suficiente para um queijo tradicional normalmente comercializado. Há, também, o queijo Canastra Real, possuindo de 5 a 6 kg, necessitando de mais tempo de cura (IPHAN, 2008; APROCAN, 2011).

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996), os queijos podem ser classificados de acordo com a umidade % (baixa, média, alta e muito alta), teor de gordura no extrato seco % (gordo, semigordo, magros ou desnatados). Os critérios físico-químicos padronizados pela Portaria IMA n.º 2303/2024 para QMA são o teor

de umidade de, no máximo, 45,9 g/100g, presença de nitrato e amido negativa e fosfatase alcalina residual positiva (MINAS GERAIS, 2024a).

Os QMA produzidos na microrregião da Serra da Canastra, segundo dados de Oliveira *et al.* (2013), classificam-se como queijos de média umidade (36% a 45,9%), apresentando dados de umidade em torno de 44,90 %. E classificados como semigordos (25 a 44,9%), segundo apresentado por Resende (2010), que verificou uma variação de 27 a 29,5% do teor de gordura. Outros estudos também classificaram queijos artesanais maturados em temperatura ambiente da Canastra como gordos (45,0 e 59,9%) (SOARES, 2018).

3.4 “Pingo” x Maturação

O termo “pingo” surgiu devido ao modo de sua obtenção, sendo originado da dessora da massa do queijo durante o processo da salga, quando o soro se separa da massa enformada e escorre pela bancada e goteja, ou seja, ele pinga em um recipiente onde é coletado e armazenado para produção seguinte (MONTEIRO; MATTA, 2018). A adição do “pingo” é uma das etapas obrigatórias para elaboração do QMA, em que as características presentes em cada região produtora influenciam na diversidade da microbiota do “pingo”, justificando as características sensoriais únicas que se desenvolvem nos queijos artesanais durante a maturação (MINAS GERAIS, 2002; IPHAN, 2006).

A composição do “pingo” se assemelha à do leite, contendo, em maior abundância, as bactérias ácido-láticas (BAL), dos gêneros *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp., *Streptococcus* spp. e *Lactococcus* spp. As BAL produzem inúmeras enzimas que transformam os nutrientes fundamentais do leite e do queijo em compostos com propriedades sensoriais desejáveis, sendo uma alternativa promissora no uso de aditivos químicos da produção de alimentos (RESENDE *et al.*, 2011; COSTA, 2025).

A qualidade do soro-fermento pode ser medida com base na acidez titulável, sendo indicativo da atividade fermentativa das BAL. A acidez e a presença de cloreto de sódio carregado junto ao soro, após a salga, auxiliam na manutenção da qualidade microbiológica do fermento endógeno, podendo contribuir para a eliminação de microrganismos potencialmente patogênicos e/ou deteriorantes, fazendo com que as BAL maturadoras sejam predominantes (RAFAEL, 2017). Desta forma, favorece o processo de maturação dos QMA, contribuindo com características sensoriais, com a vantagem do baixo valor agregado, evitando o descarte do “pingo”, que é reaproveitado (COSTA, 2025).

O “pingo” pode ser o responsável pela conservação do perfil sensorial típico do Queijo Minas Artesanal (QMA), causando variações nas características físico-químicas e

químicas em diferentes estações do ano (SILVA *et al.*, 2011). Além disso, as análises físico-químicas são ferramentas importantes para o controle da qualidade dos queijos, com o intuito de padronizar a composição físico-química do leite e adequar as normas da legislação vigente (EMATER, 2021).

O controle do processo de fabricação do queijo é fundamental, incluindo a maturação, que corresponde a uma etapa de transformações químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais indispensáveis para a definição da identidade do produto. No decorrer do processo de maturação, o “pingo” irá atribuir sabores e aspectos sensoriais exclusivos, devendo o queijo ser maturado para atingir padrões de qualidade seguros para o consumo (CASTRO *et al.*, 2016; EMATER, 2021).

Os queijos que passam pelo processo de maturação sofrem transformações em sua composição química, por meio das ações proteolíticas e lipolíticas, sendo o período de maturação variável para cada tipo de queijo (VIDAL; NETTO, 2018). Durante essa fase, o sabor, o aroma e a textura característicos de cada variedade de queijo se desenvolvem (McSWEENEY *et al.*, 2017).

As alterações físicas, químicas e sensoriais na etapa de maturação da produção do queijo são relacionadas ao processo de amadurecimento e necessárias para a definição da identidade do produto (MINAS GERAIS, 2020). A intensidade dessas reações depende de condições ambientais onde o queijo se encontra para a maturação, como temperatura e umidade relativa do ar, assim como fatores intrínsecos, como pH, teor de sal, umidade da massa, composição química da coalhada (teor de gordura, aminoácidos, ácidos graxos) e outros produtos da ação enzimática. A microbiota também é um fator, possuindo origem diversa, como BAL, fungos e leveduras que interagem ao longo da maturação, determinando características físico-químicas e organolépticas únicas do queijo (VALE; RODRIGUES; MARTINS, 2018; EMATER, 2021; FOX *et al.*, 2017; BERESFORD *et al.*, 2001).

Ao avaliar queijos produzidos na região da Serra da Canastra em diferentes estágios de maturação e coletados ao longo das distintas estações do ano, Dore (2007) constatou que todas as variáveis físico-químicas são influenciadas pelo tempo de maturação em temperatura ambiente, independentemente da época do ano.

Em queijos de média maturação, em que o período ocorre de 10 dias a 3 meses, como o Queijo Minas Artesanal, o sabor se intensifica, com uma massa mais macia devido à proteólise (EMATER, 2021). Um prolongado tempo de maturação demanda mais espaço para guardar e reservar os queijos, o que não condiz com a realidade dos pequenos produtores, devido ao espaço insuficiente (IPHAN, 2008).

De acordo com a Instrução Normativa (IN) 30/2013, os queijos artesanais fabricados com leite cru podem ser maturados por menos de 60 dias, pois estudos técnico-científicos demonstraram que o tempo reduzido de maturação não compromete a qualidade e a inocuidade do produto (BRASIL, 2013); dessa forma, por meio de estudos, atualizam-se as normativas. A Portaria IMA n.º 2322, de 19 de agosto de 2024, define que o tempo mínimo de maturação do Queijo Minas Artesanal da microrregião da Canastra é de 14 dias (MINAS GERAIS, 2024b).

4 MATERIAL E MÉTODOS

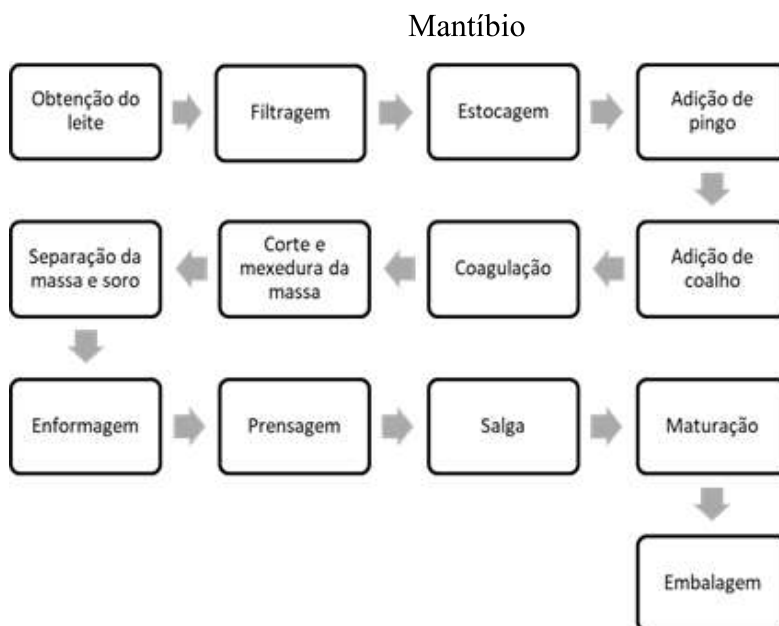
4.1 Fabricação do Queijo Canastra

Os queijos foram fabricados na Fazenda Mantíbio, localizada no município de Medeiros-MG. Esta fazenda é registrada no SIM, proporcionando maior segurança quanto à saúde animal e boas práticas higiênico-sanitárias. Os queijos foram produzidos na estação de chuva (novembro/dezembro), com cinco tipos de "pingos" oriundos de diferentes propriedades que possuíam algum selo de inspeção de produtos de origem animal.

Para a fabricação dos queijos, foram utilizados aproximadamente 500 litros de leite, para o rendimento de 50 peças com, aproximadamente, 1,20 kg cada. Foi utilizado o mesmo leite para a produção dos queijos, sendo obtido segundo disposto na IN IMA n.º 77 de 26 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018). Cada "pingo", oriundo de diferentes produtores, representa uma repetição, sendo coletadas 5 peças por tempo de maturação.

A fabricação dos queijos foi realizada pelo mesmo manipulador, utilizando-se a metodologia em conformidade com o Regulamento Técnico de Produção do Queijo Minas Artesanal aprovado pela Portaria n.º 818 do IMA, de 12 de dezembro de 2006, que estabelece as normas higiênico-sanitárias e boas práticas de produção do Queijo Minas Artesanal (MINAS GERAIS, 2002). As etapas de produção foram: obtenção do leite, filtragem, estocagem, adição do "pingo", adição do coalho, coagulação, corte e mexedura da massa, separação da massa e soro, enformagem, prensagem, salga, maturação e embalagem (Figura 2).

Figura 2: Fluxograma de produção do Queijo Minas Artesanal da Fazenda



Fonte: Autor (2023).

4.2 Coleta e amostragem

Os queijos foram avaliados durante a maturação, sendo que, em cada período (0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 14, 18 e 22 dias), foram coletadas 5 peças de queijo, uma por tipo de "pingo", embaladas a vácuo em embalagens de polietileno.

As amostras foram acondicionadas em caixa térmica contendo gelo reciclável e encaminhadas para as análises físico-químicas no Laboratório de Qualidade de Água e Leite do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Bambuí, as quais foram utilizadas em um mix de toda a estrutura do queijo, com o intuito de englobar desde a parte mais externa à interna do queijo. As amostras foram coletadas em triplicata, totalizando quinze ($n=15$) amostras por tempo de maturação.

4.3 Análises físico-químicas dos queijos

O pH foi determinado por medidor de pH portátil (Cap Lab 200p, São Paulo, Brasil). A acidez (expressa em ácido láctico) foi avaliada por método titulométrico (BRASIL, 2006).

Para avaliar a umidade e o resíduo mineral fixo (cinzas), foi empregado o método gravimétrico, sendo a determinação de umidade em estufa a 105 °C com circulação e renovação de ar, e as cinzas, em mufla, a 550 °C (BRASIL, 2006).

A gordura foi determinada pela metodologia do butirômetro de Gerber. Para determinação da proteína total, foi procedida a quantificação de nitrogênio total (AOAC

960.52) – técnica de microKjeldahl; nitrogênio não proteico (NNP) – determinado de acordo com a técnica do TCA (ácido tricloroacético), descrita pelo *Center for Dairy Research*, da Universidade de Wisconsin; proteína verdadeira – determinada subtraindo-se o valor do nitrogênio não proteico do nitrogênio total. Após esse cálculo, o resultado foi multiplicado por 6,38.

4.4 Análise estatística

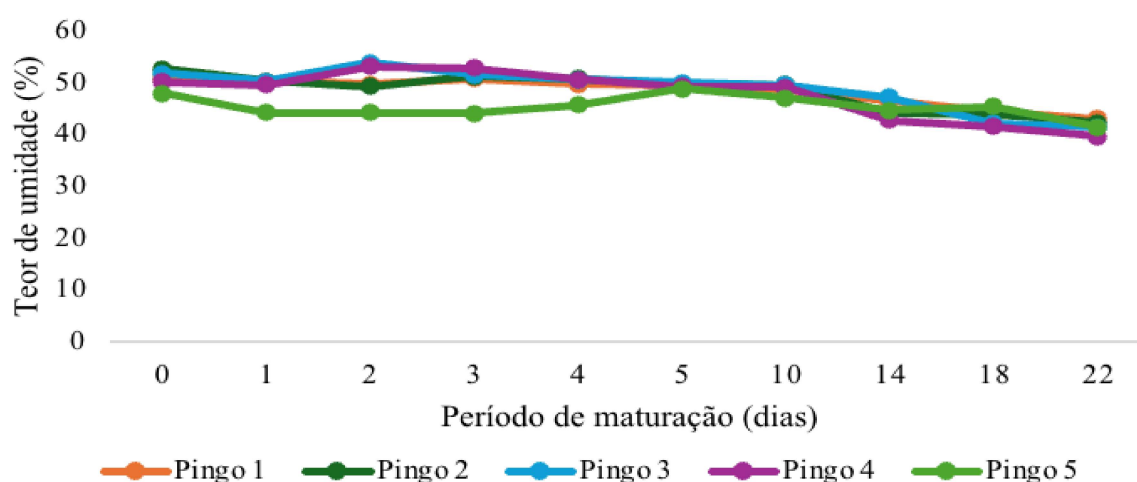
Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação entre as médias, utilizando-se o *software* Sisvar 5.6. Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados, expostos como média.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teor de umidade

O teor de umidade das amostras de QMA fabricados na Serra da Canastra com diferentes “pingos” diminuiu gradativamente ao longo da maturação (Figura 3) (Tabela 1). Figueiredo (2022) cita que esse padrão é característico de processos de maturação nos quais ocorre perda progressiva de umidade por gotejamento e evaporação superficial de água.

Figura 3 - Teor de umidade (%) em função do tempo de maturação dos queijos produzidos com diferentes “pingos”



Fonte: Autor (2026).

Tabela 1 - Teor de umidade (%) dos queijos em função do tempo de maturação

Tempo (dias)	Pingo 1	Pingo 2	Pingo 3	Pingo 4	Pingo 5
0	50,75 abA	52,65 aA	51,76 aA	50,25 abA	47,89 bA
1	50,30 aA	50,36 aA	50,30 aA	49,57 aA	44,20 bB
2	49,72 bB	49,29 bB	53,88 aA	53,09 aA	44,24 cB
3	50,75 aA	51,29 aA	51,56 aA	52,79 aA	44,07 bB
4	49,69 aB	50,85 aA	50,60 aA	50,57 aA	45,75 bB
5	49,47 aB	49,80 aB	49,98 aB	49,35 aB	48,81 aA
10	48,64 aC	49,65 aB	49,62 aB	49,10 aB	47,14 aA
14	46,66 aD	44,25 abC	47,29 aC	42,78 bC	44,73 abB
18	44,55 abE	43,90 abC	42,21 bD	41,63 bD	45,41 aB
22	43,09 aF	42,34 aC	41,43 aD	39,68 aD	41,43 aC

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando queijos dentro de cada tempo de maturação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando tempos de maturação dentro de cada queijo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

O percentual de umidade apresentou maior média no dia de fabricação (52, 65%), com redução progressiva ao longo da maturação, atingindo 39,68% aos 22 dias. Verificou-se que os períodos de maturação dos queijos e de produção influenciam positivamente ($p < 0,05$) o percentual de umidade dos queijos Minas artesanais. Figueiredo (2022) relatou valores de 48,9% no primeiro dia e 35,88% aos 22 dias de maturação em QMA Canastra. Outros estudos sobre as características físico-químicas de QMA ao longo da maturação também descrevem a tendência de redução da umidade dos queijos com o avanço do processo de maturação (VALENTE, 2022; ROCHA 2021; LIMA, 2021, DORES, 2007).

A produção e comercialização dos QMA são regulamentadas pelo estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2020), sendo o produto classificado como queijo de média umidade, cujo percentual máximo permitido pelo órgão regulador é de 45,9% (MINAS GERAIS, 2024a). No presente estudo, as amostras analisadas enquadram-se dentro do limite estabelecido a partir dos 14 dias de maturação, apresentando médias entre 42,78% e 47,29%. Esse comportamento é consistente com estudos semelhantes, que apontam uma redução mais acentuada entre a segunda e terceira semana de maturação dos queijos (VALE, RODRIGUES, MARTINS, 2018).

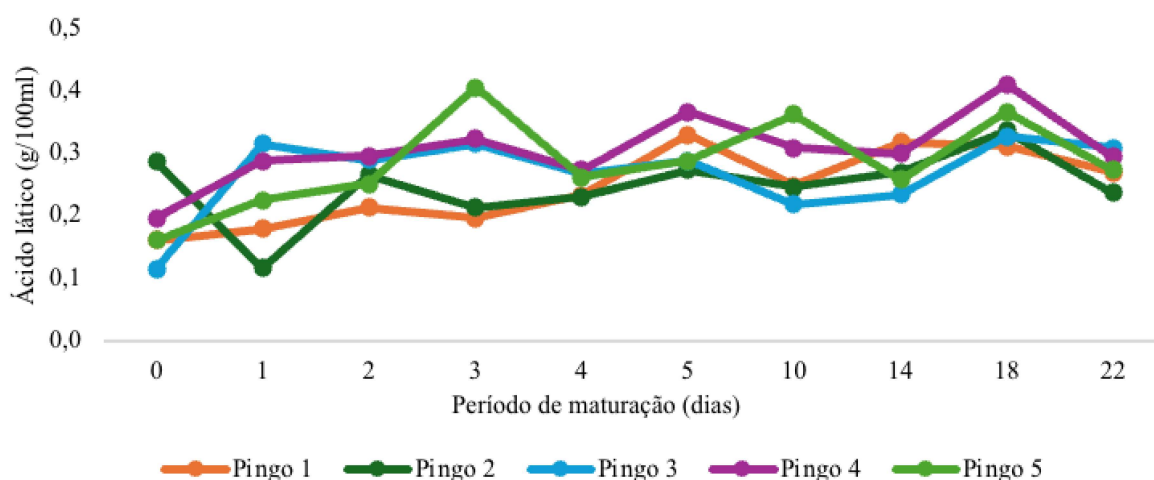
Os queijos produzidos utilizando-se o “pingo” 5 apresentaram comportamento distinto dos demais, caracterizado por redução inicial da umidade, seguida de tendência à estabilização. Essas amostras apresentaram, no primeiro dia de maturação, umidade de 44,20%,

atingindo os padrões exigidos pela legislação vigente. E, aos 22 dias de maturação, as amostras de queijos deste grupo atingiram 41,43% de umidade. O processo de fabricação pode contribuir com o ocorrido, pois, durante a enformagem, a aplicação de maior pressão manual na massa pode acelerar a drenagem do soro. Esse resultado indica, também, que a estrutura inicial do queijo pode limitar a perda contínua de água em estágios mais avançados da maturação. A umidade dos queijos está diretamente relacionada à atividade de água desse alimento. Com o avanço da maturação, a evaporação superficial da água continua a ocorrer, mas a drenagem do soro da massa reduz gradativamente até cessar (VALENTE, 2022). Além disso, Martins (2006) aponta que temperaturas mais elevadas do ambiente também contribuem com a perda de água e aceleração do tempo de maturação.

5.2 Teor de ácido láctico

No parâmetro teor de ácido láctico, foram observadas médias entre 0,12 e 0,41 g/100ml nos diferentes tempos de maturação analisados das amostras de queijos fabricados com diferentes “pingos” (Figura 4). Verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) do tempo de maturação, do tipo de “pingo” e da interação entre esses fatores, evidenciando que a dinâmica de acidificação dos queijos foi influenciada pela microbiota característica de cada fermento endógeno (Tabela 2). O efeito da maturação sobre a produção de ácido láctico não foi o mesmo para todos os “pingos”, evidenciando diferenças na atividade metabólica das comunidades microbianas presentes em cada fermento natural.

Figura 4- Médias do teor de ácido láctico (g/100ml) em função do tempo de maturação dos queijos produzidos com diferentes “pingos”



Fonte: Autor (2026).

Tabela 2- Médias do teor de ácido láctico em função do tempo de maturação e do tipo de “pingo”

Tempo (dias)	Pingo 1	Pingo 2	Pingo 3	Pingo 4	Pingo 5
0	0,161 iA	0,286 aA	0,116 dA	0,197 bA	0,161 cA
1	0,180 dB	0,117 eB	0,315 aB	0,288 bB	0,225 cB
2	0,214 dC	0,266 bC	0,289 aC	0,296 aC	0,251 cC
3	0,197 dD	0,214 cD	0,316 bD	0,323 bD	0,406 aD
4	0,233 bE	0,231 bE	0,269 aE	0,274 aE	0,262 aE
5	0,330 bF	0,273 dF	0,288 cF	0,366 aF	0,288 cF
10	0,249 cG	0,246 cG	0,219 dG	0,309 bG	0,363 aG
14	0,318 aH	0,270 cH	0,234 dH	0,300 bH	0,258 cH
18	0,312 dI	0,336 cI	0,327 cI	0,411 aI	0,366 bI
22	0,270 cJ	0,237 dJ	0,309 aJ	0,294 bJ	0,273 cJ

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando queijos dentro de cada tempo de maturação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando tempos de maturação dentro de cada queijo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

O teor de ácido láctico nas amostras não apresentou comportamento uniforme, uma vez que a variação observada ao longo da maturação foi dependente do tipo de “pingo” utilizado na fabricação de cada queijo. Esse padrão sugere a ocorrência de fases distintas no processo fermentativo. A acidez de queijos Minas artesanais pode ser influenciada por diferentes fatores, como a microbiota presente no leite cru, a atividade metabólica das bactérias ácido-láticas (BAL) e as características do “pingo” acrescentado na fabricação (FERRAZ, 2016).

No tempo inicial “0 dias”, o queijo obtido com o uso do “pingo” 2 apresentou maior teor de ácido láctico (0,29 g/100ml), diferindo de forma significativa ($p < 0,05$) das demais amostras. Os queijos fabricados com os “pingos” 1, 3, 4 e 5 apresentaram valores de 0,16; 0,12; 0,20 e 0,16 g/100ml, respectivamente, sendo observada similaridade estatística entre os “pingos” 1 e 5 ($p > 0,05$). Esses resultados sugerem diferenças iniciais na intensidade da fermentação, relacionadas à composição microbiológica específica de cada “pingo”, uma vez que o leite utilizado no processamento dos queijos foi o mesmo.

Resultados semelhantes foram observados por Caldeira *et al.* (2025), que, no primeiro dia avaliado, constataram que os queijos fabricados com “pingo” apresentaram 0,15 g de ácido láctico/100 ml, demonstrando aumento gradativo ao longo da maturação, alcançando média de 0,22 g de ácido láctico/100 ml em 21 dias de maturação. No presente estudo, entretanto,

os diferentes “pingos” evidenciaram comportamentos distintos nos queijos avaliados ao longo da maturação, reforçando a influência da microbiota sobre a evolução da acidez no produto.

Ao final do período experimental, aos 22 dias de maturação, amostras do “pingo” 2 apresentaram menor teor de ácido láctico (0,24 g/100 ml), diferentemente dos demais queijos. Amostras produzidas dos “pingos” 1 e 5 mantiveram médias de 0,27 g/100 ml, enquanto amostras dos “pingos” 3 e 4 apresentaram valores de 0,31 e 0,30 g/100 ml, respectivamente. Coincidindo com a literatura, como em Rocha (2021), que analisou queijos que possuíam inspeção municipal e eram produzidos com “pingo” obtendo média de 0,28 g/100 ml de ácido láctico aos 21 dias de maturação.

O teor de ácido láctico variou significativamente ao longo da maturação, para todos os queijos. De modo geral, os valores iniciais foram inferiores aos observados em tempos intermediários e finais, demonstrando o efeito do avanço da maturação na acidificação do produto. Assim também ocorreu no estudo de Valente (2022), em que a acidez titulável apresentou aumentos significativos ao longo do período de maturação.

Por meio do aumento das concentrações de ácido láctico, que pode ser ocasionado pelo acréscimo do “pingo” na produção do Queijo Minas Artesanal Canastra, ocorre a acidificação da massa durante a fermentação. Com o pH baixo, a maturação ocorre normalmente e o queijo adquire características sensoriais desejáveis, evitando a formação de uma massa com textura borrachenta (EPAMIG, 2019).

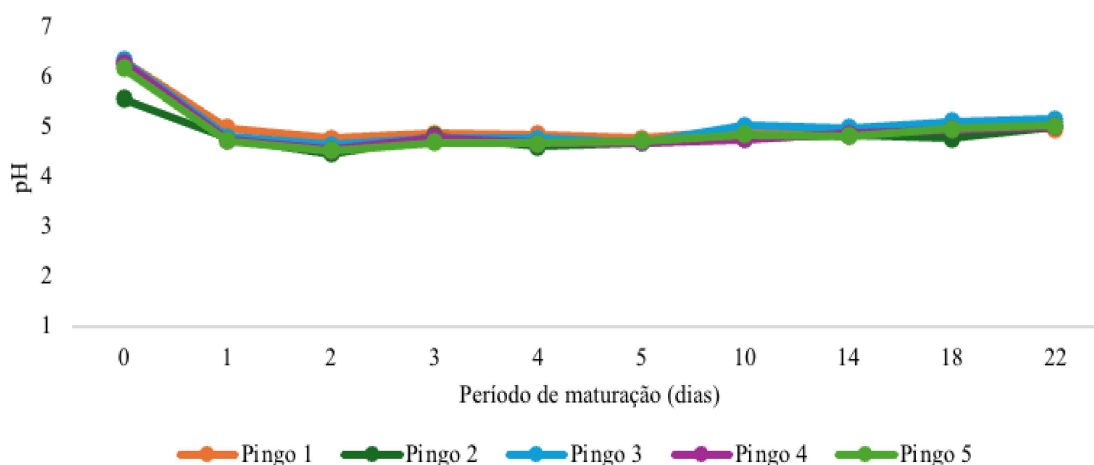
Diversos fenômenos podem estar associados a esta constatação. A produção de ácido láctico pode acontecer em decorrência da rápida utilização da lactose disponível pela microbiota dos queijos (FIGUEIREDO, 2025). Por ser hidrossolúvel, parte da lactose é eliminada no soro, porém uma quantidade permanece no queijo que está sendo formado, servindo de substrato para as BAL durante glicólise, dando origem a ácidos orgânicos que acidificam o meio (FOX *et al.*, 2000; McSWEENEY, 2004). Entretanto, a variação dos teores de ácido láctico observada durante períodos mais avançados de maturação não pode ser explicada exclusivamente pela disponibilidade de lactose residual. Figueiredo (2018) relata que, se o aumento de ácido láctico estivesse ligado à presença de lactose no queijo, seria esperada uma maior formação de ácido láctico no início de maturação, diferentemente do observado no seu estudo dos queijos da Serra do Salitre, designando, desta forma, a atuação da microbiota do QMA ao longo da maturação como sendo a principal responsável pela forma como os teores de ácido láctico variam ao longo do período estudado. Desse modo, os resultados obtidos neste estudo reforçam a hipótese de que as diferenças observadas entre os queijos obtidos de diferentes “pingos” estão relacionadas às particularidades microbiológicas de cada fermento

endógeno, influenciando diretamente a intensidade da fermentação e a produção de ácido lático durante a maturação dos queijos.

5.3 pH

O pH dos queijos Minas artesanal da Serra da Canastra apresentou um comportamento não linear ao longo da maturação, indicando redução acentuada nos estágios iniciais, seguida por estabilização ou leve elevação nos tempos mais avançados (Figura 5). A Tabela 3 evidencia diferenças estatisticamente significativas entre os queijos dentro de cada tempo de maturação.

Figura 5- Média do pH em função do tempo de maturação dos queijos produzidos com diferentes “pingos”



Fonte: Autor (2026).

Tabela 3 – pH dos queijos em função do tempo de maturação e do tipo de “pingo”

Tempo (dias)	Pingo 1	Pingo 2	Pingo 3	Pingo 4	Pingo 5
0	6,32 aA	5,56 cA	6,33 aA	6,29 abA	6,18 bA
1	4,99 aB	4,78 bB	4,80 bB	4,75 bB	4,73 bB
2	4,78 aC	4,47 cC	4,65 bC	4,55 bcC	4,54 bcC
3	4,88 aC	4,83 abC	4,77 abC	4,79 abC	4,70 bC
4	4,86 aC	4,61 cD	4,77 abC	4,68 bcD	4,68 bcD
5	4,77 aC	4,70 aD	4,70 aD	4,70 aD	4,73 aD
10	4,94 abC	4,77 cD	5,04 aB	4,76 cD	4,85 bC
14	4,86 bC	4,84 bC	4,98 aB	4,87 bC	4,83 bC
18	4,97 bC	4,78 cD	5,12 aB	4,95 bC	4,97 bC
22	4,97 bC	5,02 abB	5,16 aB	5,01 abB	5,03 abB

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando queijos dentro de cada tempo de maturação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando tempos de maturação dentro de cada queijo.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Nos tempos iniciais (0 a 1 dia), foram observados valores mais elevados, especialmente para os queijos produzidos com “pingo” 1 e 3, enquanto amostras do “pingo” 2 apresentaram pH significativamente inferior. Esse resultado sugere diferenças na velocidade de acidificação entre os produtos, possivelmente associadas à composição microbiológica específica de cada “pingo” e à atividade metabólica das bactérias ácido-láticas presentes no fermento endógeno. A etapa de prensagem no processo de fabricação dos queijos pode influenciar nos valores de pH, uma vez que, quanto maior a umidade inicial da massa, maior a concentração de lactose e sua conversão em ácido lático pela ação das bactérias ácido-láticas, reduzindo o pH de forma mais intensa no estágio inicial da maturação (DARGÈRE, 2020). Analisando o teor de ácido lático (Figura 4), é perceptível um aumento do parâmetro dos tempos iniciais, coincidindo com a queda do pH. No tempo 0, é notável que o “pingo” 2 apresentou menor valor de pH, coincidindo com o maior valor de ácido lático analisado no tempo.

Durante os tempos intermediários, os valores de pH tornaram-se mais próximos entre os produtos, indicando um equilíbrio entre os processos de produção e consumo de compostos ácidos na matriz do queijo.

Nos tempos finais (18 e 22 dias), observou-se pequena elevação do pH em alguns queijos, especialmente nos dos “pingos” 3 e 5, possivelmente associada à proteólise proveniente da atividade de proteases do leite, como a plasmina, e pelas enzimas produzidas do fermento endógeno, que causam liberação de compostos nitrogenados alcalinos (DORES, 2007), contribuindo para a neutralização parcial da acidez e, conseqüentemente, para a elevação do pH. Diferentemente do que foi apresentado por Costa Júnior *et al.* (2019), nos queijos da microrregião Campo das Vertentes, observou-se uma queda no pH aos 20 dias de maturação, justificada pelos autores como um reflexo dos processos de metabolização da lactose em ácido lático.

Figueiredo (2018) apresentou diminuição do pH no QMA de Serra de Salitre ao longo do período de 63 dias. Já Moreno (2013) e Vale, Rodrigues, Martins (2018) revelaram tendência de elevação do pH ao longo da maturação de QMA da microrregião Campo dos Vertentes e Serro, respectivamente.

Na análise do período de 22 dias de maturação, o pH das amostras atingiu, em média, 5,04, coincidindo com trabalhos como o de Moreno (2013), em análises do QMA Campo

dos Vertentes no período chuvoso, que alcançou 5,3. No trabalho de Figueiredo (2022), estudando queijos da Serra da Canastra, no período chuvoso, obteve-se aos 22 dias de maturação um pH de 5,43.

De forma geral, a análise conjunta do efeito do tempo de maturação é caracterizada por queda inicial significativa do pH, seguida por estabilização ou discreta elevação em estágios avançados da maturação. Entretanto, ao comparar os diferentes “pingos” dentro de cada tempo de maturação, demonstra-se que as diferenças entre os produtos persistem ao longo do processo, refletindo que a microbiota característica de cada fermento endógeno exerceu influência sobre a acidificação e maturação dos queijos. Isso porque diferentes composições microbiológicas e quantidades de “pingos” utilizados na produção dos queijos influenciam no valor de pH, devido à concentração e diversidade de bactérias lácticas atuantes na fermentação da lactose (DARGÈRE, 2020).

Embora seja esperado que o pH diminua ao longo da maturação, em decorrência da produção de ácido láctico pelas bactérias ácido-láticas, esse comportamento nem sempre ocorre de forma contínua, pois alguns fenômenos que ocorrem concomitantemente à fermentação da lactose residual dos queijos previnem a redução do pH (VALENTE, 2022). Embora tenha ocorrido um aumento dos teores de ácido láctico ao longo da maturação, não foi verificada redução proporcional do pH em todos os períodos avaliados. Esse comportamento evidencia a atuação simultânea de mecanismos de tamponamento e proteólise, que podem neutralizar parcialmente a acidez produzida pelas bactérias ácido-láticas durante a fermentação.

5.4 Resíduo mineral fixo (cinzas)

Na avaliação dos queijos Minas artesanal da Serra da Canastra, o teor de cinzas apresentou variação significativa ($p < 0,05$) da interação entre tempo de maturação e tipo de queijo fabricado com diferentes “pingos” (Tabela 4). Os valores observados variaram de 1,93% a 5,86%, evidenciando que a dinâmica de concentração mineral dos queijos não ocorreu de forma uniforme entre os “pingos” utilizados.

Tabela 4 - Médias do teor de cinzas (%) em função do tempo de maturação e do tipo de “pingo”

Tempo (dias)	Pingo 1	Pingo 2	Pingo 3	Pingo 4	Pingo 5
0	2,04 abA	2,03 abA	2,05 abA	1,93 bA	2,18 aA
1	3,20 dB	4,41 bB	4,67 aB	3,88 cB	4,23 bB
2	4,62 aC	2,89 cC	2,39 dC	3,42 bC	2,64 cC
3	3,03 aD	2,70 bD	2,49 cD	2,93 aD	2,87 abD

4	3,49 aE	3,53 aE	3,37 abE	3,27 bE	2,78 cE
5	3,73 aF	3,69 aF	3,20 bF	3,45 bF	2,57 cF
10	4,27 bG	4,57 aG	4,13 bG	4,28 bG	2,86 cG
14	4,69 bH	5,16 aH	4,77 bH	3,78 cH	3,05 dH
18	3,49 cI	5,69 aI	3,89 bI	4,01 bI	3,29 cI
22	4,61 bJ	5,86 aJ	4,25 cJ	3,70 dJ	3,63 dJ

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando queijos dentro de cada tempo de maturação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando tempos de maturação dentro de cada queijo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

No tempo inicial de maturação (0 dias), observou-se uma baixa variação do teor de cinzas entre os queijos avaliados, com médias estatisticamente semelhantes para a maioria das amostras, indicando composição mineral inicial relativamente homogênea. Amostras do “pingo” 1, 2, 3 e 5 variaram de 2,03% a 2,18%, e apenas amostras do “pingo” 4 apresentaram menor percentual de cinzas (1,93%). Estes valores foram significativamente inferiores aos observados nos tempos subsequentes, evidenciando o efeito de maturação na concentração de minerais. A composição mineral dos queijos é fortemente influenciada pela composição do leite cru, pela adição de sal durante a fabricação e pelas características do processo tecnológico empregado (FOX *et al.*, 2017).

Ao longo da maturação, observou-se tendência geral de aumento do teor de cinzas para todos os queijos analisados, embora com intensidades distintas. No último tempo analisado, com 22 dias de maturação, amostras do “pingo” 1 apresentaram valor do teor de cinzas de 4,61%, semelhante ao do queijo do “pingo” 3 (4,25%), valores próximos aos encontrados por Vale, Rodrigues, Martins (2018), que atingiram 4,05% do teor de cinzas aos 24 dias de maturação em queijos do Serro produzidos com “pingo”.

Amostras do “pingo” 2 apresentaram os maiores valores durante o período experimental, atingindo 5,86% aos 22 dias de maturação - comportamento associado à concentração de sólidos minerais ao longo da maturação, resultante principalmente da perda de umidade durante a maturação (Figura 1), diferentemente das amostras dos “pingos” 4 (3,70%) e 5 (3,63%), que apresentaram valores inferiores. O “pingo” evidenciou menor valor para o teor de cinzas aos 22 dias de maturação, coincidindo com resultados de umidade (Figura 3), indicando menor intensidade de concentração mineral, com menor perda de umidade (DARGÈRE, 2020).

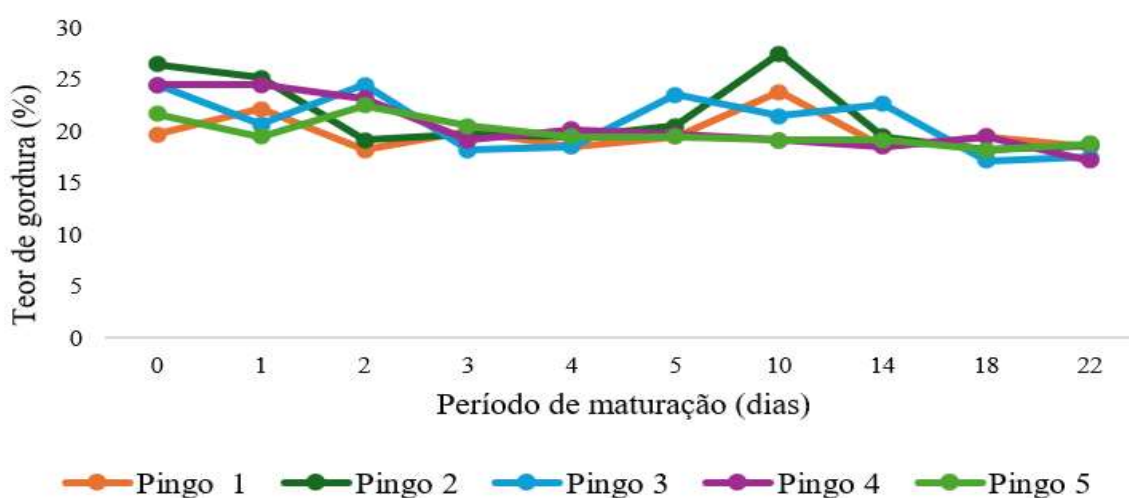
Estudos realizados por Moreno (2013) na microrregião Campo das Vertentes demonstraram variação do teor de cinzas no período chuvoso nas análises de queijo, atingindo uma média de 5,3%, atribuindo-se essa variação ao manejo do rebanho quanto à composição da alimentação e suplementação mineral, heterogeneidade racial do rebanho e período de lactação. Já Prata (2020) obteve uma média de 3,24% do valor de cinzas dos queijos analisados da microrregião de Araxá-MG, valor aproximado à média geral (3,55%) do resíduo mineral fixo das amostras analisadas no presente estudo.

Diferentes fermentos endógenos podem influenciar indiretamente na concentração dos constituintes minerais dos queijos, possivelmente em decorrência de diferenças na acidificação e perda de umidade durante a maturação. Além disso, a elevação do teor de cinzas, observada durante a maturação, coincidiu com a redução da umidade dos queijos, corroborando a hipótese de concentração dos constituintes minerais em decorrência da perda de água.

5.5 Teor de gordura

O teor de gordura dos queijos Minas artesanal (QMA) variou de 17,17% a 27,50%, sendo observado efeito significativo ($p < 0,05$) do tempo de maturação, do tipo de “pingo” utilizado e da interação entre esses fatores (Figura 6). Esses resultados indicam que os diferentes “pingos” influenciam de maneira distinta o avanço do tempo de maturação (Tabela 5).

Figura 6- Média do teor de gordura em função do tempo de maturação dos queijos produzidos com diferentes “pingos”



Fonte: Autor (2026).

Tabela 5- Teor de gordura (%) dos queijos em função do tempo de maturação x “pingo”.

Tempo (dias)	Pingo 1	Pingo 2	Pingo 3	Pingo 4	Pingo 5
0	2,39 aA	2,87 aA	2,84 aA	2,01 aA	5,21 aA
1	10,78 bB	10,44 bB	26,42 aB	6,12 cB	5,76 cB
2	7,72 dB	45,61 aC	17,77 cC	14,66 cC	10,40 dC
3	33,18 aC	31,18 aD	20,95 bD	31,58 aD	28,38 aD
4	38,69 bD	47,92 aE	37,52 bE	38,88 bE	33,72 cE
5	45,56 bE	54,98 aF	38,34 cF	36,48 cF	29,86 dF
10	47,43 bF	59,41 aG	50,28 bG	46,49 bG	28,72 cG
14	50,36 bG	58,19 aH	56,68 aH	45,49 cH	22,95 dH
18	40,55 cH	62,66 aI	38,78 cI	45,57 bI	27,97 dI
22	52,14 bI	57,29 aJ	46,20 cJ	36,97 dJ	30,06 eJ

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando queijos dentro de cada tempo de maturação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando tempos de maturação dentro de cada queijo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Nas amostras produzidas com o “pingo” 1, o teor de gordura variou de 18,17% a 23,83% durante o processo de maturação. Os queijos elaborados com o “pingo” 2 apresentaram variação entre 18,17% e 27,50%, destacando-se por apresentar o maior teor de gordura ao longo das avaliações, podendo indicar diferenças microbiológicas ou tecnológicas que afetaram a retenção de sólidos na massa. Para os queijos processados com os “pingos” 3 e 4, os valores oscilaram entre 17,17% e 24,50%. Já as amostras produzidas com o “pingo” 5 apresentaram valores entre 18,17 % e 22,50%, demonstrando comportamento mais estável e menor amplitude de variação em comparação aos demais. As amostras dos queijos avaliados evidenciaram diferentes teores de gordura no início do período avaliado, retratando o efeito da adição de diferentes fermentos endógenos no processo de fabricação, assim como a sinérese pode expulsar não apenas o soro, mas também gotículas de gordura e proteínas finas. Se um fermento endógeno promover uma sinérese mais agressiva, isso resulta em uma perda maior de gordura para o soro, gerando um queijo com teor de gordura inferior no produto (FOX *et al.*, 2017).

Considerando-se a média geral dos queijos avaliados, o teor de gordura reduziu de 23,37%, no primeiro dia de fabricação, para 18,13% aos 22 dias de maturação. Figueiredo (2022) observou aumento progressivo do teor de gordura durante a maturação de queijos produzidos na Serra da Canastra durante o período chuvoso, com valores variando de 21,3% no

primeiro dia para 29,0% aos 22 dias de maturação. De forma semelhante, Ferraz (2016) relatou incremento no teor de gordura de 22,2%, no início da maturação, para 30,8% após 28 dias.

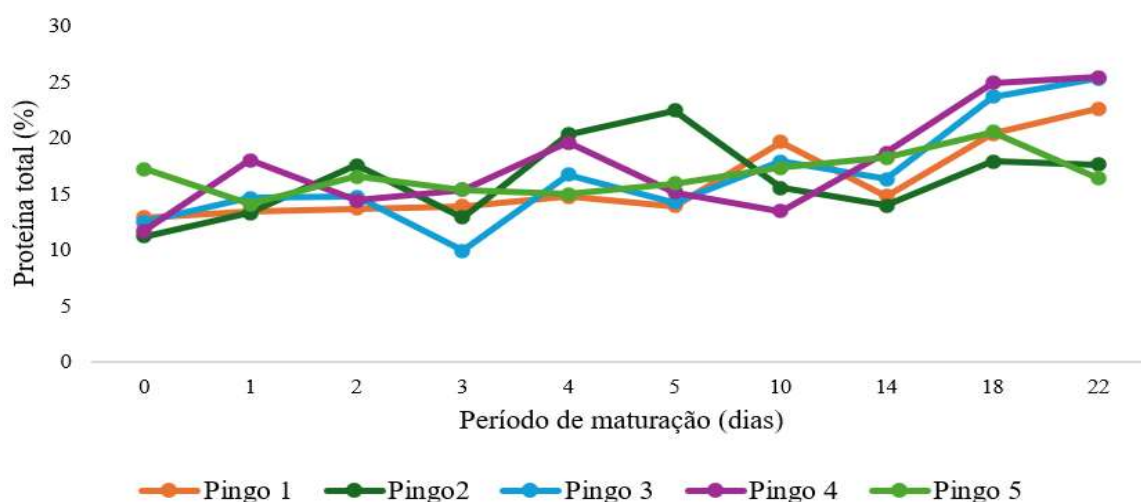
A redução observada no presente estudo pode estar associada às transformações bioquímicas e físico-químicas da matriz do queijo que ocorrem durante a maturação, pois, como o “pingo” consiste em uma cultura endógena rica em bactérias ácido-láticas, diferenças em sua composição microbiológica podem resultar em distintas taxas de acidificação, proteólise e lipólise, influenciando diretamente a composição físico-química dos queijos ao longo da maturação (McSWEENEY, 2017; SALES, 2015).

A legislação vigente para a produção de queijos artesanais em Minas Gerais não estabelece critérios específicos para o teor de gordura dos produtos (MINAS GERAIS, 2024a). Entretanto, a legislação brasileira classifica os queijos de acordo com o percentual de gordura no extrato seco (GES) (BRASIL, 1996). Com base nessa classificação, a maioria das amostras avaliadas enquadrou-se na categoria de queijos semigordos, caracterizados por apresentarem entre 25,0% e 44,9% de gordura no extrato seco. A exceção foi observada no tempo zero de maturação, em que a média de GES foi de 47,36%, classificando os queijos como gordos, categoria que compreende produtos com valores entre 45,0% e 59,9%. O trabalho apresentado por Dorés (2007) observou predominância de queijos enquadrados como gordos. Por outro lado, Figueiredo (2022), verificou a classificação dos queijos como gordos apenas em períodos avançados da maturação.

5.6 Proteína total

Os resultados da análise para o teor de proteína total indicaram efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação do tempo de maturação e do tipo de “pingo” utilizado, apresentando respostas distintas ao longo do processo maturativo (Tabela 6). De modo geral, verificou-se tendência de aumento dos teores proteicos ao longo da maturação (Figura 6), efeito esperado em queijos artesanais devido à redução da umidade durante a maturação, promovendo a concentração dos constituintes sólidos, entre eles, as proteínas (FIGUEIREDO, 2022).

Figura 7- Média do teor de proteína em função do tempo de maturação dos queijos produzidos com diferentes “pingos”



Fonte: Autor (2026).

Tabela 6 - Proteína total (%) dos queijos em função do tempo de maturação x “pingo”.

Tempo (dias)	Pingo 1	Pingo 2	Pingo 3	Pingo 4	Pingo 5
0	12,89 b F	11,17 d G	12,48 b F	11,67 c H	17,18 a C
1	13,43 d E	13,25 d F	14,62 b E	17,98 a D	14,05 c F
2	13,64 d E	17,54 a C	14,71 c D	14,41 c E	16,55 b D
3	13,87 b E	12,88 c F	9,88 d G	15,36 a E	15,33 a E
4	14,71 d D	20,28 a B	16,67 c C	19,56 b C	14,95 d E
5	13,87 d E	22,45 a A	14,20 c D	15,10 c E	15,93 b E
10	19,62 a B	15,51 d D	17,86 b C	13,43 e F	17,30 c D
14	14,80 d D	13,93 e F	16,29 c C	18,67 a C	18,22 b D
18	20,34 c B	17,86 d C	23,67 b B	24,92 a B	20,54 c C
22	22,60 b A	17,60 c C	25,31 a A	25,40 a A	16,35 d D

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando queijos dentro de cada tempo de maturação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), comparando tempos de maturação dentro de cada queijo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A média geral do parâmetro foi de 13,08% no primeiro dia de fabricação, com aumento gradual até atingir 21,45% no tempo de 22 dias de maturação. No estudo de Figueiredo (2022), também houve um aumento gradativo, apresentando, no primeiro dia, 21,48% atingindo 25,92% aos 22 dias de maturação analisados. Vale, Rodrigues, Martins (2018), em queijos do Serro produzidos com “pingo”, obtiveram a proteína variando de 17,76% em 3 dias

de maturação, aumentando progressivamente a 21,19 % aos 24 dias de maturação. Já Ferraz (2016), em análises do QMA da microrregião da Serra da Canastra, obteve média de 22% no primeiro dia, atingindo 29,2% aos 28 dias de maturação, demonstrado de forma crescente.

As amostras de queijo oriundas da utilização do “pingo” 1 tiveram um aumento gradual da proteína total, passando de 12,89%, no tempo zero, para 22,60% aos 22 dias de maturação, evidenciando um processo de perda de água progressivo. O queijo fabricado com “pingo” 2 apresentou um comportamento distinto, com valores iniciais relativamente baixos (11,17%), seguido de elevação expressiva até o quinto dia (22,45%), reduzindo, posteriormente, para 17,60% aos 22 dias. Essa oscilação se associa a diferenças na atividade microbiológica do fermento endógeno.

Nas amostras de queijo onde foi utilizado o “pingo” 3, houve aumento contínuo da proteína ao longo da maturação, atingindo 25,31% aos 22 dias. Esse resultado sugere maior capacidade de concentração de sólidos e possível ação mais intensa da microbiota presente no fermento endógeno, favorecendo modificações bioquímicas durante a maturação. Com um aumento significativo, os queijos do “pingo” 4 iniciaram com 11,67% no tempo 0 dias, para 25,40% ao final do período analisado, resultado semelhante às amostras obtidas onde foi utilizado o “pingo” 3. Esse comportamento reforça a influência do fermento natural sobre as características físico-químicas do queijo, uma vez que a composição microbiana do “pingo” pode variar entre propriedades produtoras e afetar diretamente os processos de acidificação, sinérese e maturação (SILVA *et al.*, 2011; EMATER, 2021).

Por outro lado, as amostras do “pingo” 5 apresentaram os maiores valores iniciais de proteína (17,18%), porém menor alteração durante a maturação, finalizando com 16,35% aos 22 dias. Esses resultados indicam menor perda de umidade nestas amostras, conforme observado na Figura 3, podendo ser influenciada, também, pela diferença na composição inicial do leite e da microbiota do fermento utilizado. Oliveira *et al.* (2018) constataram, em seu estudo, que o tempo influencia na diminuição da umidade e, consequentemente, no aumento de proteínas dos queijos Minas artesanais produzidos no Serro, independentemente se foram fabricados com “pingo” ou rala. De acordo com Costa Júnior *et al.* (2009), diferentes períodos de maturação do queijo Minas artesanal determinam queijos com maiores ou menores teores de sólidos, devido ao processo de perda de umidade que ocorre durante a maturação. Já Pereira (2019) demonstrou, em seu trabalho, diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tempos de maturação estudados, explicada pela concentração de sólidos com a perda de umidade no decorrer da maturação.

A variação do teor de proteínas durante a maturação dos queijos está associada principalmente a dois processos: a concentração dos constituintes sólidos decorrente da redução da umidade e a proteólise promovida pela ação enzimática da microbiota presente no “pingo” do queijo, e pelo efeito proteolítico de enzimas oriundas do leite cru, principalmente a plasmina (FIGUEIREDO, 2022; MARTINS, 2006).

Assim, os resultados evidenciam que os diferentes fermentos endógenos utilizados na fabricação dos queijos exerceram influência significativa sobre a concentração proteica ao longo da maturação, embora a magnitude dessas alterações seja específica de cada produto, sendo as amostras de queijos obtidas com os “pingos” 3 e 4 as que proporcionaram os maiores teores de proteína ao final do período experimental.

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que tanto o fermento endógeno ("pingo") quanto o tempo de maturação influenciaram significativamente as características físico-químicas do Queijo Minas Artesanal da Canastra. Entretanto, o período de maturação mostrou-se o principal fator responsável pelas alterações observadas ao longo do processo, promovendo modificações progressivas na composição do queijo. A redução da umidade durante a maturação favoreceu a concentração dos constituintes sólidos, refletindo no aumento dos teores de proteínas e cinzas. Os parâmetros de ácido lático e pH apresentaram comportamento dependente do tipo de "pingo" utilizado, evidenciando que a microbiota característica de cada fermento endógeno interfere diretamente na dinâmica de acidificação dos queijos. Houve diferenças significativas entre os "pingos" quanto à intensidade das transformações físico-químicas durante a maturação. Esses resultados reforçam que o fermento endógeno constitui um importante elemento de identidade regional, sendo sua variabilidade microbiológica oriunda do "pingo" um dos fatores responsáveis pela diversidade observada entre queijos produzidos por diferentes propriedades. Além disso, verificou-se que, a partir de 14 dias de maturação, os queijos atenderam ao limite máximo de umidade estabelecido pela legislação vigente para o Queijo Minas Artesanal, demonstrando a importância desse período mínimo de maturação para a obtenção de um produto com qualidade físico-química adequada e em conformidade com os padrões legais.

Conclui-se que a utilização do fermento endógeno, associada ao adequado controle do processo de maturação, é essencial para a obtenção de queijos com qualidade, segurança e identidade regional, preservando as características tradicionais do Queijo Minas Artesanal da Canastra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APROCAN, Associação dos produtores de queijo canastra. Regulamento de Uso Indicação de Procedência "Canastra para o queijo Minas artesanal". Ata de Assembleia geral extraordinária da associação dos produtores de queijo Canastra. São Roque de Minas: APROCAN. 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/cadernos-de-especificacoes-tecnicas/Canastra.pdf>.

ARAÚJO, J. P. A. *et al.* Uma análise histórico-crítica sobre o desenvolvimento das normas brasileiras relacionadas a queijos artesanais. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 72, n. 5, p. 1845- 1860, 2020. DOI: 10.1590/1678-4162-11766.

BEDIM, B.P.; TUBALDINI, M.A.S.; NOGUEIRA, L.S. A comercialização do queijo Canastra aos visitantes do Parna Serra da Canastra: estimativas de gasto, percentuais de compra e benefícios às propriedades rurais da zona de amortecimento do Parque. Anais do VIII Congresso Nacional de Ecoturismo e do IV Encontro Interdisciplinar de Ecoturismo em Unidades de Conservação. Revista Brasileira de Ecoturismo, São Paulo, v.4, n.4, p. 521, 2011.

BERESFORD, Tom P., *et al.* Recent advances in cheese microbiology. International Dairy Journal, v.11, n. 4-7, p. 259-274, jul.2001.

BRASIL. Decreto nº 11.099, de 21 de junho de 2022. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 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. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 21 jun. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). **Certificado de registro de indicação geográfica**. IG201002. (2024). Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/certificados-de-ig/ig201002_canastra_certificado_alteracao_assinado.pdf.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 30, de 7 de agosto de 2013**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006**. Estabelece os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018**. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 146, de 7 de março de 1996**. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 11 mar. 1996.

BRUCH, K. L. Indicações geográficas para o Brasil: problemas e perspectivas. In: PIMENTEL, Luiz Otávio; BOFF, Salete Oro; DEL'OLMO, Florisbal de Souza. (Org.).

Propriedade intelectual: gestão do conhecimento, inovação tecnológica no agronegócio e cidadania. 1 ed. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2008.

CALDEIRA, Luciana A. *et al.* Effect of pingo on the characteristics of artisanal cheese during ripening: Lactic acid bacteria (matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry), microbiological, and physicochemical. **Journal of Dairy Science**, v.108, ed. 9, p.9265-9276. Set., 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26238>.

CAMPOS, Gabriela Zampieri, *et al* Microbiological characteristics of Canastra cheese during manufacturing and ripening. **Food Control**, v. 121, 107598, março, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107598>.

CASTRO, R. D. *et al.* 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, p. 6086-6096, ago.2016.

COSTA, Josiane da Silva *et al.* A importância das bactérias ácido lácticas na produção de queijos artesanais. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v 25, e18762. 2025. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/18762>.

COSTA JÚNIOR, Luiz Carlos Gonçalves *et al.* Evaluation of an alternative for manufacture of artisanal Minas cheese from micro-region of Campo das Vertentes, using pasteurized milk and industrial dairy cultures. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 3, p. 171-184, abril/junho 2019. Juiz de Fora.

COSTA JÚNIOR, Luiz Carlos Gonçalves *et al.* Maturação do queijo artesanal da microrregião Campo das Vertentes e os efeitos dos períodos seco e chuvoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 69, n.2, p. 111–120, mar/abr. 2014.

COSTA, Renata Golin Bueno *et al.* Queijos Minas Artesanais-uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v 11, n8, pág. e16911830012, junho 2022.

COSTA, T. O.; MUNHOZ, I. M.; VIEIRA, V. P. P. B. Os queijos Minas artesanais – uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e1771128604, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.28604>.

DARGÈRE, A. F. *et al.* Artisanal Minas cheese parameters associated with regions of origin in Minas Gerais, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 75, n. 3, p. 395-406, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12851>.

DARGÈRE, Adélia Ferreira. **Caracterização de compostos químicos associados ao queijo Minas artesanal.** Lavras -MG, 2020. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Lavras. 2020. <https://repositorio.ufla.br/server/api/core/bitstreams/6a259f67-3d0b-4e15-a290-da69c4dbc0d2/content>

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

EMATER, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (2021). **Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte, Minas Gerais. 48p. 2021. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=73907>.

EMATER, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (2024). **Levantamento feito pela Emater-MG mostra que os estabelecimentos familiares produzem 146 mil toneladas de alimentos por ano**. Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/minas-gerais-possui-32-6-mil-agroindustrias-familiares/?flagweb=novosite_pagina_interna_noticia&id=28566

EPAMIG, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (2019). **Queijo Minas artesanal-principais problemas de fabricação**: manual técnico de orientação ao produtor. Belo Horizonte, MG. 42p. EPAMIG, 2019. Disponível em: <https://www.epamig.br/ilct/wp-content/uploads/2020/07/QUEIJO-MINAS-ARTESANAL-PRINCIPAIS-PROBLEMAS.pdf>

FERRAZ, Wallas Miranda. **Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra: Influência do ambiente sobre a maturação**. 2016 (Dissertação Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016.93p.

FIGUEIREDO, Ravier Chaves. **Qualidade microbiológica e físico-química de queijo Minas artesanal da Canastra durante a maturação em estação chuvosa**. 2022. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

FIGUEIREDO, Chaves Ranier. **Perfil Socioeconômico de agricultores familiares e caracterização de queijo Minas artesanal de Serra de Salitre (MG) em diferentes períodos de maturação e épocas do ano**. 2018. Dissertação Mestrado em Ciência Animal. Área Tecnologia e inspeção de produtos de origem animal- Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, Minas Gerais.2018.

FOX, Patrick F., *et al.* **Fundamentals of Cheese Science**. 2.ed. Springer: New York, 2017.

FOX, P. F., *et al.* **Fundamentals of cheese Science**. Gaithersburg, MD: **Aspen Publishers**, 2000.

GRELLE, Fernanda de Oliveira. **Territórios da Indicação Geográfica: o caso do queijo Canastra**. Trabalho apresentado no XIV Encontro nacional de pós-graduação e pesquisa em geografia. 2021. Universidade Federal Fluminense- UFF. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV154_MD1_SA144_ID145505112021184615.pdf.

IEPHA-MG, Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (2024). **Os Modos de Fazer o Queijo Minas Artesanal são declarados Patrimônio Mundial pela UNESCO**. Disponível em: <https://www.iepha.mg.gov.br/index.php/noticias-menu/933-os-modos-de-fazer-o-queijo-minas-artesanal-sao-declarados-patrimonio-mundial-pela-unesco>.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Queijo artesanal de Minas- Patrimônio Cultural do Brasil**. Dossiê Interpretativo. Belo Horizonte, MG. p.156, maio, 2006. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/2033/queijo-artesanal-de-minas-vira-patrimonio-cultural>.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2008). **Modo Artesanal de Fazer Queijo de Minas - Serro, Serra da Canastra e Serra do Salitre/Alto Paranaíba**. Dossiê IPHAN, Brasília, DF. p.142, jun. 2008. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Dossie_Queijo_de_Minas_web.pdf

KAMIMURA, Bruna A., *et al.* Brazilian artisanal cheeses: an overview of their characteristics, main types and regulatory aspects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 5, p. 1636-1657, Epub, ago. 2019. Disponível em: DOI:10.1111/1541-4337.12486.

LOPES, Iris Maria de Araújo, *et al.* Caracterização físico-química de queijo Minas Artesanal da microrregião do cerrado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, e18411729874, 2022. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29874>.

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

MCSWEENEY, Paul L. H. *et al.* **Cheese Chemistry, Physics and microbiology**. 4° ed. Londres, Reino Unido: Elsevier, 2017.

MCSWEENEY, Paul LH. Bioquímica da maturação do queijo. **Revista Internacional de Tecnologia Láctea**. Vol 57, n2/3, maio/agosto de 2004.

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, p. 75-90, jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996914006875>.

MESSIAS, Cassiano Gustavo; FERREIRA, Marcos César. Parque nacional da Serra da Canastra: aspectos físicos e socioeconômicos. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**, v.15, n.27, p.71-112, mai./ago. 2019. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/8922/pdf_1527-0003.

MINAS GERAIS (a). Instituto Mineiro de Agropecuária. **Portaria IMA nº 2303, de 24 de maio de 2024**. Estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte, MG: Diário do Executivo, 24 maio. 2024.

MINAS GERAIS (b). Instituto Mineiro de Agropecuária. **Portaria IMA nº2322, 19 de agosto de 2024**. Dispõe sobre os períodos de maturação do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte, MG: Diário do Executivo, 19 ago. 2024.

MINAS GERAIS (c). **Queijos artesanais**. Governo de Minas Gerais, 2024. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/agricultura/pagina/servicos/queijos-artesanais>.

MINAS GERAIS. **Decreto nº48.024, 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. Belo Horizonte, MG: Diário do Executivo, 20 ago. 2020.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Portaria Ima nº1810, de 24 de abril de 2018**. Alteração do artigo 1° da Portaria nº 694, de 17 de novembro de 2004, para incluir o

município de Córrego D'anta na microrregião da Canastra. Belo Horizonte, MG: Diário do Executivo, 24 abril. 2018.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Portaria Ima nº 523, de 3 de julho de 2002.** Dispõe sobre as condições higiênico-sanitárias e boas práticas na manipulação e fabricação do queijo minas artesanal. Belo Horizonte, MG: Diário Oficial de Minas Gerais, 03 jul. 2002.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Portaria nº 694, de 17 de novembro de 2004.** Identifica a microrregião da Serra da Canastra como produtora de QMA. Belo Horizonte, MG, 2004.

MONTEIRO, Rodrigo Paranhos, MATTA, Virgínia Martins da. (2018). **Queijo Minas Artesanal- Valorizando a Agroindústria Familiar.** Brasília, DF: Embrapa; Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

MORENO, Victor José. **Caracterização físico-química do queijo Minas artesanal da microrregião Campop das Vertentes.** Dissertação Mestrado em Ciência e tecnologia do leite e derivados. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/4526/1/victorjosemoreno.pdf>

OLIVEIRA, Sâmia Petrina Pessoa, *et al.* Características físico-químicas de queijo Minas artesanal do Serro fabricados com pingo e com rala. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 73, n. 4, p. 235-244, out/dez, 2018. Disponível em: DOI: 10.14295/2238-6416.v73i4.717.

OLIVEIRA, Débora Francielly, *et al.* Caracterização físico-química de queijos Minas artesanal produzidos em diferentes microrregiões de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Economia Doméstica*, v. 24, n. 2, p. 185–196, 2013.

PENNA, A. L. B.; GIGANTE, M. L.; TODOROV, S. D. Artisanal Brazilian Cheeses- History, Marketing, Technological and Microbiological Aspects. **Foods**, v. 10, n. 7, 1562, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10071562>.

PEREIRA, Daniel Arantes. **Efeito de diferentes condições de maturação nas características de queijo Minas artesanal.** 2019. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2019.

PEREIRA, Karyna Cristilaine; RIGOLIN DE SÁ, Odila; PEREIRA, Keyla Cristiane. Avaliação da qualidade higiênico sanitário do queijo canastra e de sua matéria-prima produzidos na região de São Roque de Minas (MG). **Ciência et Práxis**, v.1, n.2, p. 27-32, 2008.

PINEDA, Ana Paulina Arellano, *et al.* Brazilian Artisanal Cheeses: Diversity, Microbiological Safety, and Challenges for the Sector. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, 20 abr. 2021.

PÔRTO JR., Gilson (org.). **Indicação geográfica e tecnologias sociais no Brasil.** 2023. Palmas, TO: Observatório Edições, 2023. 285 p. ISBN 978- 65-999742-7-4. Disponível em: <https://www.institutobrasilrural.org.br/download/20240307140751.pdf>.

PRATA, Bianca Mendonça *et al.* Perfil sensorial e físico-químico de queijo Minas artesanal produzido na micro-região de Araxá, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e671997782, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7782>.

RAFAEL, Viviane da Cruz. **Fenótipos da microbiota predominante do fermento endógeno (pingo) relevantes para as características e segurança microbiológica do queijo Minas artesanal da Serra da Canastra**. 2017. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/7784cf9c-68a4-4524-9b26-4cb8e892fa39/content.pingo>.

RESENDE, M.F.S., *et al.* Queijo de Minas artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude das queijarias nas populações de bactérias ácido lácticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1567-1573, dez. 2011.

RESENDE, Maria de Fátima Silva de. **Queijo Minas artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas características físico-químicas e microbiológicas**. 2010. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/f0e6bf9e-8f2b-4a09-b638-ac54c085e3c7/content>.

ROCHA, Luciana Albuquerque Caldeira. **Caracterização físico-química, microbiológica e de perfis de aminoácidos e de aminos bioativas livres do queijo artesanal da Serra Geral-MG**. Tese apresentada para obtenção do título de doutor. da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2021.

SALES, Gilson de Assis. **Caracterização microbiológica e físico-química de queijo Minas artesanal da microrregião de Araxá-MG durante a maturação em diferentes épocas do ano**. 107 p. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SILVA, Jonas Guimarães e *et al.* Características físico-químicas do queijo Minas artesanal da Canastra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 66, n. 380, p. 16-22, mai/jun. 2011.

SOBRAL, Denise *et al.* Queijos artesanais de Minas, nem todos são QMA: uma breve revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 77, n. 1, p. 55-67, jan/mar. 2022. ISSN 2238-6416. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v77i1.882>.

SOARES, Driene Bastos *et al.* Análise sanitária e físico-química e adequação bacteriológica do queijo Minas artesanal produzido em duas propriedades. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.19, 1-13, e-36499, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/ywLkGX9YSC6crBTRZYS6X8t/?format=pdf&lang=pt>.

VALE, Rosana Campos do; RODRIGUES, Maria Paula Jensen; MARTINS, José Manoel. Influência do tipo de fermento nas características físico-químicas de queijo Minas artesanal do Serro – Minas Gerais, maturado em condições controladas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 73, n. 2, p. 82-90, abril/junho, 2018.

VALENTE, G. L. C. **Caracterização microbiológica e físico-química de água, leite cru, soro-fermento, swabs de superfícies e queijo Minas artesanal de Campo das Vertentes ao longo da maturação e em duas estações do ano.** Tese apresentada para obtenção do título de doutor. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2022.

VIDAL, Ana Maria Centola; NETTO, Arlindo Saran. **Obtenção e processamento do leite e derivados.** Pirassununga-SP: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP), 2018.

WALSTRA, Pieter; WOUTERS, Jan T. M.; GEURTS, Tom J.. **Dairy science and technology.** 2º ed. Boca Raton-FL: Taylor & Francis Group, 2006.