

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

KATLLY EVILLIM SOUSA

**Efeitos sensoriais positivos da microbiota na maturação do queijo Canastra:
uma revisão**

ALFENAS-MG

2026

KATLLY EVILLIM SOUSA

**Efeitos sensoriais positivos da microbiota na maturação do queijo Canastra:
uma revisão**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Qualidade na Produção de Alimentos pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Gerber Hornink

ALFENAS-MG

2026

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Sousa, Katly Evillim.

Efeitos sensoriais positivos da microbiota na maturação do queijo
Canastra : uma revisão / Katly Evillim Sousa. - Alfenas, MG, 2026.
32 f. -

Orientador(a): Gabriel Gerber Hornink.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologia e
Qualidade na Produção de Alimentos) - Universidade Federal de Alfenas,
Alfenas, MG, 2026.

Bibliografia.

1. Queijo Canastra. 2. Microbiota. 3. Maturação. 4. Atributos sensoriais.
5. Queijo artesanal. I. Hornink, Gabriel Gerber, orient. II. Título.

KATLLY EVILLIM SOUSA

**Efeitos sensoriais positivos da microbiota na maturação do queijo Canastra:
uma revisão**

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Qualidade na Produção de Alimentos pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em: 09 de junho de 2026

Prof. Dr. Gabriel Gerber Hornink
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof^a. Dr^a. Letícia Tamie Paiva Yamada
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof.^a Dr.^a Flávia Della Lucia
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

RESUMO

O queijo Canastra é um dos maiores símbolos dos produtos artesanais brasileiros, famoso pela forma como sua microbiota natural molda sua identidade sensorial. Esta revisão narrativa teve como objetivo discutir a relação entre microbiota e atributos sensoriais do queijo Canastra, abordando os principais grupos microbianos envolvidos, os metabólitos produzidos durante a maturação e os fatores que modulam essas interações. A literatura demonstra que bactérias ácido-lácticas têm importante participação nos processos de acidificação, proteólise e formação de compostos aromáticos. As leveduras e fungos contribuem significativamente para o desenvolvimento de compostos voláteis relacionados ao aroma, sabor e textura do queijo. Os principais processos bioquímicos associados à maturação incluem proteólise, lipólise e glicólise residual, responsáveis pela formação de aminoácidos livres, ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres relacionados a descritores sensoriais como notas lácteas, amanteigadas, frutadas, ácidas, animais e de nozes. No entanto, o tempo de cura, a sazonalidade, o ambiente e a cultura iniciadora de cada produtor criam identidades únicas, tornando o produto altamente variável. Ao analisar o cenário atual, o estudo aponta lacunas importantes, como a falta de pesquisas que cruzem microbiota, metabolômica e análise sensorial descritiva sob uma mesma metodologia padronizada. Assim, foi possível identificar que o perfil sensorial do queijo Canastra resulta da interação complexa entre microbiota, metabolismo bioquímico e ambiente de maturação, sendo necessários estudos multidisciplinares para aprofundar a compreensão dessas relações e fortalecer a valorização científica e tecnológica dos queijos artesanais brasileiros.

Palavras-chave: queijo Canastra; microbiota; maturação; atributos sensoriais; queijo artesanal.

ABSTRACT

Canastra cheese is one of the greatest symbols of Brazilian artisanal dairy products, renowned for the way its natural microbiota shapes its sensory identity. This narrative review aimed to discuss the relationship between microbiota and the sensory attributes of Canastra cheese, addressing the main microbial groups involved, the metabolites produced during ripening, and the factors that modulate these interactions. The literature demonstrates that lactic acid bacteria play an important role in acidification, proteolysis, and the formation of aromatic compounds. Yeasts and fungi significantly contribute to the development of volatile compounds associated with the cheese's aroma, flavor, and texture. The main biochemical processes associated with ripening include proteolysis, lipolysis, and residual glycolysis, which are responsible for the formation of free amino acids, organic acids, aldehydes, ketones, alcohols, and esters related to sensory descriptors such as milky, buttery, fruity, acidic, animal, and nutty notes. However, ripening time, seasonality, the production environment, and the beginner culture used by each producer create unique identities, making the product highly variable and non-standardized. By analyzing the current scientific scenario, this study identified important gaps in the literature, particularly the lack of studies integrating microbiota, metabolomics, and descriptive sensory analysis under a standardized methodological approach. Thus, it was possible to conclude that the sensory identity of Canastra cheese results from the complex interaction between microbiota, biochemical metabolism, and the ripening environment, highlighting the need for multidisciplinary studies to deepen the understanding of these relationships and strengthen the scientific and technological valorization of Brazilian artisanal cheeses.

Keywords: Canastra cheese; microbiota; ripening; sensory attributes; artisanal cheese.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral.....	10
2.1.1 Objetivos específicos	10
3 METODOLOGIA.....	10
3.1 Critérios para seleção de artigos	10
3.2 Uso de Inteligência Artificial	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1 Caracterização dos estudos incluídos	13
4.2 Microbiota bacteriana e contribuição sensorial	16
4.3 Microbiota fúngica e leveduras	17
4.4 Compostos metabólicos e descritores sensoriais	22
4.5 Fatores moduladores	25
4.6 Lacunas da literatura	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE	32

1 INTRODUÇÃO

A produção de queijos artesanais assume um papel de protagonismo tanto no cenário global quanto no brasileiro, por suas dimensões culturais, econômicas e gastronômicas. No Brasil, essa prática foi desenvolvida sob influência dos imigrantes europeus, associando-se às condições climáticas, às raças animais, à qualidade e especificidade do leite, aos processos tecnológicos de fabricação e à microbiota ambiental. Esses fatores contribuíram para o desenvolvimento de produtos lácteos com características próprias, representando o patrimônio cultural e a identidade das diferentes regiões brasileiras. A produção de queijos artesanais expandiu-se em diversas regiões do país, especialmente na região Sudeste, impulsionada tanto pela manutenção de práticas tradicionais quanto pelo desenvolvimento de novas variedades de queijo (Penna, *et al.*, 2021). No Brasil, o Queijo Minas Artesanal da Canastra — produzido na região da Serra da Canastra em Minas Gerais — constitui um ícone dessa tradição artesanal, reconhecido como patrimônio cultural imaterial desde 2008 pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) além da Indicação Geográfica da fabricação reconhecida pelo Instituto Nacional de Proteção Industrial (INPI), que valoriza práticas tradicionais, saberes locais e identidades regionais distintas, sendo parte integrante da herança cultural local, com interesse crescente de consumidores e mercados. Estudos demonstram que os queijos artesanais brasileiros possuem expressiva relevância econômica, cultural e produtiva no setor lácteo nacional e representam uma parcela relevante da produção nacional, refletindo tanto o valor cultural dos territórios rurais como o potencial econômico de diferenciação de produtos com identidade própria (Kamimura *et al.*, 2019; Dores *et al.*, 2013; Pineda, *et al.*, 2021, Fox, *et al.*, 2017). Esse tipo de produto tem atraído particular atenção por oferecer atributos sensoriais únicos como aroma, sabor e textura, além de características que os diferenciam dos produtos produzidos em larga escala.

A qualidade sensorial dos queijos é resultado da interação entre diversos fatores que atuam desde a produção do leite até a maturação do produto. A escolha do rebanho influencia diretamente a composição do leite, uma vez que raças bovinas como a Jersey apresentam maior teor de gordura, proteína e caseína, componentes fundamentais para o rendimento, textura e sabor dos queijos (Yoo, *et al.*, 2019). Além disso, fatores como alimentação dos animais, estágio de lactação e condições

sanitárias do rebanho podem modificar as características físico-químicas e microbiológicas da matéria-prima (Leira, *et al.*, 2018). Aspectos tecnológicos também exercem influência significativa, incluindo o uso de culturas endógenas, as condições de temperatura e umidade, o tempo de maturação e até mesmo os utensílios utilizados na fabricação, especialmente superfícies de madeira, que podem atuar como reservatórios de microrganismos benéficos e contribuir para a identidade microbiológica e sensorial do queijo (Galinari, *et al.*, 2014).

Diante disso, a etapa de maturação assume papel central no estabelecimento da qualidade dos queijos artesanais. Durante esse processo, que pode variar em tempo e condições, acontece o desenvolvimento de reações bioquímicas e microbiológicas cruciais para a construção da complexidade sensorial do produto. No queijo Canastra, a maturação em temperatura ambiente por pelo menos 22 dias mostrou-se eficaz para a redução de microrganismos patogênicos, contribuindo para a segurança do alimento (Perin *et al.*, 2017). Conforme maturam, os queijos experimentam modificações no sabor, aroma e textura: a ação de enzimas promove a degradação de proteínas e lipídios, o que pode levar à formação de compostos voláteis, ao amaciamento da matriz e à intensificação de notas de sabor características que definem sua identidade sensorial. A maturação é, portanto, etapa determinante para o desenvolvimento da sofisticação do queijo artesanal e não meramente um prolongamento da fabricação.

A microbiota de queijos artesanais apresenta elevada diversidade e origem multifatorial, resultante da interação entre microrganismos presentes no leite cru, no ambiente de produção, nos utensílios e em culturas iniciadoras endógenas. Essa microbiota pode incluir bactérias ácido-lácticas, leveduras e fungos filamentosos, contribuindo diretamente para as características sensoriais e tecnológicas do produto (Kamimura, *et al.*, 2019; Montel, *et al.*, 2014). De forma simplificada, distinguem-se dois principais regimes de fermentação e maturação microbiana em queijos artesanais, sendo elas a microbiota espontânea, desenvolvida a partir dos microrganismos naturalmente presentes no leite cru, na cultura iniciadora e no ambiente de produção e a microbiota inoculada, onde culturas iniciadoras e culturas adjuntas ou não iniciadoras são adicionadas para direcionar e padronizar o processo fermentativo (Kamimura, *et al.*, 2019; Fox, *et al.*, 2014; Montel, *et al.*, 2014).

No queijo Canastra, a cultura iniciadora conhecida como “pingo”, que é obtida a partir do soro do leite da produção anterior, é parte fundamental da expressão

microbiana do produto (Penna *et al.*, 2021). A microbiota espontânea possui papel em reações bioquímicas, como proteólise e lipólise, que são responsáveis pela formação de compostos relacionados ao aroma, sabor e textura do queijo. A diversidade microbiana exerce papel fundamental nos atributos sensoriais típicos do queijo Canastra, como notas amanteigadas, ácidas, frutadas e de queijo curado, além de influenciar na textura e complexidade aromática (Aragão, *et al.*, 2025). Entretanto, sua variabilidade microbiológica pode representar desafios relacionados à padronização tecnológica e à segurança microbiológica do produto (Kamimura, *et al.*, 2019; Montel, *et al.*, 2014).

Apesar da reconhecida importância da microbiota na qualidade e singularidade dos queijos artesanais, existem lacunas substanciais de conhecimento. Em muitos casos, a composição microbiana não é caracterizada de forma profunda. Há variabilidade significativa entre produtores, lotes e regiões, o que pode constituir tanto uma riqueza quanto um desafio (Aragão, *et al.*, 2025). Por isso, reconhecer essa variação e compreender seus efeitos funcionais surge como aspecto crítico para o avanço do conhecimento técnico-científico e para a valorização sustentada desses produtos.

Revisar o tema dos efeitos da ação da microbiota nos atributos sensoriais do queijo Canastra é particularmente relevante pois contribui não somente para a valorização de produtos locais com identidade territorial, mas também pode oferecer subsídios para a segurança do alimento, para o desenvolvimento de inovações em culturas microbianas e para a consolidação de regimes de indicação geográfica ou denominação de origem. Ao compreender melhor os microrganismos que atuam nesses sistemas, abre-se caminho para estratégias de melhoria tecnológica, respeito à tradição e ampliação do mercado artesanal.

Embora diversos fatores influenciem a qualidade sensorial do queijo, a presente revisão concentra-se na etapa de maturação por ser o período em que ocorrem as transformações microbiológicas e bioquímicas mais relevantes para a formação das características sensoriais do queijo Canastra. Assim, o objetivo desta revisão narrativa é apresentar e discutir o conhecimento disponível em torno da microbiota associada à maturação do queijo Canastra, organizando-se três eixos principais: caracterização da diversidade microbiana, tanto bacteriana quanto fúngica, associada ao produto; o papel funcional destes microrganismos no processo de maturação, incluindo aspectos bioquímicos, de textura, aroma e segurança; e a

influência da microbiota nas propriedades sensoriais que conferem identidade ao queijo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar as evidências sobre como e quanto a microbiota influencia os atributos sensoriais do queijo Canastra durante a maturação.

2.1.1 Objetivos específicos

- 1 identificar os principais grupos microbianos associados à maturação do queijo Canastra;
- 2 relacionar microrganismos e metabólitos aos atributos sensoriais descritos na literatura;
- 3 discutir a influência do tempo de maturação, sazonalidade e diferenças entre casca e massa sobre o perfil sensorial.

3 METODOLOGIA

O presente artigo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, elaborada a partir da análise de artigos científicos relacionados à microbiota e aos atributos sensoriais queijo canastra durante a maturação. A revisão narrativa permite discutir conhecimentos já publicados sobre o tema, sem a obrigatoriedade de protocolos rígidos de seleção (Rother, 2007).

3.1 Critérios para seleção de artigos

Bases de dados

As buscas foram realizadas em quatro bases de dados bibliográficas: Google Scholar, PubMed, Scielo BR e ScienceDirect, utilizando os descritores “queijo Canastra” e “microbiota” e “maturação”, “cheese microbiota” AND “sensory attributes”, "Canastra" AND OR “cheese” AND “ripen OR mature OR aging” em português e inglês. Ao finalizar as pesquisas em cada base, as referências duplicadas foram excluídas. Foram selecionados artigos de 2004 a 2025, priorizando estudos relacionados à microbiota dos queijos artesanais brasileiros (Kamimura *et al.*, 2019; Pineda *et al.*, 2021).

Critérios de inclusão e exclusão

Foram utilizados artigos originais publicados no período mencionado e excluídos artigos que não abordavam microbiota, não avaliavam impacto sensorial ou eram focados apenas em patógenos e defeitos.

Análise

A análise dos artigos foi realizada por meio de buscas bibliográficas entre novembro de 2025 e maio de 2026 nas bases de dados supramencionadas. Inicialmente foram indicados para o estudo 115 artigos. A triagem foi realizada em três etapas: leitura do título, do resumo e texto completo, aplicando o formulário de extração de dados descrito no apêndice A. Após essa etapa, foram excluídos monografias, dissertações, citações e trabalhos sem acesso ao texto completo, visando artigos científicos consolidados. O quadro 1 indica como foi realizada cada etapa do processo de seleção dos artigos.

3.2 Uso de Inteligência Artificial

O uso de Inteligência Artificial foi realizado com muito cuidado como orienta a Resolução N° 02/2025, de 18 de dezembro de 2025. Na etapa de seleção dos artigos, foi utilizada a ferramenta ChatGPT para auxiliar na triagem dos resumos, colocando em níveis, do mais relevante para o menos relevante. Na introdução, discussão e considerações finais, foi utilizada para correção ortográfica e organização de ideias, com sugestões de escrita. O abstract foi realizado toda a tradução com o uso dessa ferramenta, a partir do resumo em português.

Quadro1: Resumo dos critérios de seleção

Etapa metodológica	Descrição
Data/período das buscas	As buscas bibliográficas foram realizadas entre novembro de 2025 e maio de 2026.
Número inicial de estudos encontrados	Foram identificados inicialmente 115 estudos nas bases de dados consultadas.
Número de estudos excluídos	Após aplicação dos critérios de elegibilidade, 107 estudos foram excluídos.
Número final de estudos incluídos	Ao final da triagem, 8 estudos foram incluídos na revisão narrativa.
Forma de triagem dos artigos	A triagem foi realizada em três etapas: leitura do título, leitura do resumo e leitura completa dos estudos potencialmente relevantes.
Critérios de leitura de título, resumo e texto completo	Foram incluídos estudos relacionados à microbiota, maturação, segurança microbiológica e atributos sensoriais do queijo Canastra e de queijos artesanais brasileiros. Foram priorizados artigos científicos publicados em português e inglês entre 2004 e 2025.
Justificativa para exclusão de revisões, citações e monografias	Foram excluídas revisões secundárias, citações indiretas, resumos simples, monografias, dissertações e trabalhos sem acesso ao texto completo, visando priorizar estudos originais e fontes científicas consolidadas.
Estratégia de extração dos dados	Os dados foram extraídos manualmente e organizados por autor, ano, objetivo, principais microrganismos identificados, metabólitos produzidos, efeitos sensoriais observados e principais conclusões dos estudos.

Fonte: a autora

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos estudos incluídos

Os estudos foram selecionados conforme critérios descritos anteriormente. Segue abaixo o quadro 2, com os principais pontos dos estudos incluídos.

Dos oito estudos incluídos na revisão, 100% abordaram a influência da microbiota sobre a qualidade tecnológica ou sensorial dos queijos artesanais, enquanto 62,5% investigaram diretamente a diversidade microbiana em queijos artesanais ou suas implicações durante a maturação e 37,5% enfatizaram especificamente a contribuição de leveduras e fungos para o desenvolvimento de aroma e textura.

Quadro 2: Estudos incluídos na revisão

Autor/Ano	Objetivo	Tipo de amostra	Métodos microbiológicos	Métodos sensoriais/físico-químicos	Principais achados
Borelli <i>et al.</i> , 2006	Caracterizar o perfil microbiológico de queijos Canastra	Queijos Canastra artesanais de diferentes produtores	Contagem microbiológica e isolamento de bactérias/leveduras	Avaliação físico-química básica	Demonstraram variabilidade microbiológica entre produtores e influência sazonal no perfil do queijo
Dores <i>et al.</i> , 2013	Avaliar a segurança microbiológica durante a maturação	Queijos Canastra maturados em temperatura ambiente	Análises microbiológicas de patógenos e bactérias ácido-lácteas	Avaliação do tempo de maturação e parâmetros físico-químicos	A maturação por pelo menos 22 dias reduziu patógenos
Penna <i>et al.</i> , 2021	Revisar aspectos tecnológicos e microbiológicos dos queijos artesanais brasileiros	Estudos sobre queijos artesanais brasileiros	Revisão de microbiota bacteriana e fúngica	Discussão de atributos sensoriais e tecnológicos	A microbiota do leite cru e do pingo influencia aroma, sabor, textura e terroir
Coelho, <i>et al.</i> , 2022	Revisar as últimas tendências relacionadas às bactérias ácido-lácteas que atuam em queijos tradicionais de leite cru	Queijos tradicionais de leite cru (de vaca, ovelha e cabra)	Análises microbiológicas de bactérias ácido-lácteas	Discussão dos microrganismos encontrados no queijo	Os microrganismos como determinantes dos atributos benéficos
Fröhlich-Wyder <i>et al.</i> , 2019	Revisar a importância de leveduras em queijos	Queijos maturados	Identificação de leveduras de superfície	Caracterização de aroma e maturação	<i>Debaryomyces</i> e <i>Geotrichum</i> influenciam aroma, textura e desenvolvimento da casca

(conclusão)

Autor/Ano	Objetivo	Tipo de amostra	Métodos microbiológicos	Métodos sensoriais/físico-químicos	Principais achados
Aragão <i>et al.</i> , 2025	Avaliar diversidade bacteriana e fúngica na casca e massa do queijo Minas artesanal	Queijos artesanais tipo Canastra	Sequenciamento microbiano e identificação fúngica/bacteriana	Comparação entre casca e massa	A casca apresentou microbiota mais diversa e maior complexidade microbiana
Silva <i>et al.</i> , 2025	Avaliar culturas iniciadoras em queijo Canastra	Queijos inoculados com leveduras específicas	Inoculação de culturas starter e monitoramento microbiológico	Perfil físico-químico do queijo	<i>Kluyveromyces lactis</i> e <i>Torulaspota delbrueckii</i> alteraram características físico-químicas e sensoriais
Kamimura <i>et al.</i> , 2019	Discutir o papel dos microrganismos na formação de sabor	Queijos artesanais brasileiros	Discussão sobre microbiota do leite cru e pingo	Compostos voláteis e descritores sensoriais	A microbiota está ligada à identidade sensorial dos queijos artesanais

Fonte: a autora

4.2 Microbiota bacteriana e contribuição sensorial

O processo de maturação dos queijos artesanais exerce um papel fundamental, na matriz, devido sua microbiota diversa, influenciando diretamente suas características sensoriais. Os principais processos envolvidos são a proteólise, a lipólise e, em menor intensidade, a glicólise residual, responsáveis pela formação de compostos que determinam aroma, sabor e textura do produto. O quadro 3 indica a classificação taxonômica e principais funções dos microrganismos relacionados à maturação e aos atributos sensoriais e o quadro 4 indica os grupos microbianos, a atividade metabólica e os descritores sensoriais que cada um imprime no queijo Canastra.

Entre os estudos analisados, 75% destacaram as bactérias ácido-lácticas como os principais grupos microbianos envolvidos na maturação e na formação dos atributos sensoriais dos queijos artesanais. Esses microrganismos foram associados principalmente à acidificação da massa, à proteólise e à formação de compostos aromáticos.

A proteólise consiste na degradação progressiva das caseínas por enzimas do leite, do coalho e principalmente dos microrganismos presentes no queijo. Esse processo leva à formação de peptídeos e aminoácidos livres, que atuam diretamente no sabor. Aminoácidos podem ser convertidos em aldeídos, álcoois, ácidos e compostos sulfurados, contribuindo para notas sensoriais complexas típicas de queijos maturados (Aragão, *et al.*, 2025).

A lipólise possui importante contribuição sensorial, promovendo a quebra de lipídios e a liberação de ácidos graxos livres. Esses compostos participam da formação de cetonas, ésteres e lactonas, frequentemente associados a aromas amanteigados, frutados e de queijo curado. Em queijos artesanais elaborados com leite cru, a intensidade dessas reações tende a ser maior devido à elevada diversidade microbiana presente no produto (Coelho, *et al.*, 2022).

As bactérias ácido-lácticas, especialmente espécies dos gêneros *Lactococcus* e *Lactobacillus*, desempenham funções centrais nesse processo. *Lactococcus* spp. predominam nas etapas iniciais da maturação, sendo responsáveis pela acidificação da massa por meio da produção de ácido láctico, além de influenciarem diretamente a textura do queijo (Penna, *et al.*, 2021). Já *Lactobacillus* spp. atuam nas fases mais avançadas da maturação, principalmente na proteólise secundária e na formação de

compostos associados a sabores mais intensos e persistentes (Fröhlich-Wyder, *et al.*, 2019).

Em queijos produzidos com leite cru, como o queijo Canastra, microrganismos como *Enterococcus* e *Leuconostoc* participam ativamente da construção da identidade sensorial, por meio dos processos bioquímicos relacionados à acidificação, proteólise, formação de compostos aromáticos e textura.

Espécies de *Enterococcus* são frequentemente encontradas em queijos artesanais devido à sua adaptação ao ambiente de maturação e à tolerância a condições de salinidade e pH reduzido, contribuindo para a degradação de proteínas e formação de peptídeos e aminoácidos livres durante a maturação. Os aminoácidos gerados podem ser convertidos em aldeídos, álcoois, ácidos orgânicos e outros compostos voláteis associados ao aroma característico de queijos maturados. Sua atividade enzimática também favorece o amaciamento da massa, contribuindo para modificações na textura ao longo da cura (Fröhlich-Wyder, *et al.*, 2019; Aragão, *et al.*, 2025).

Já bactérias do gênero *Leuconostoc* possuem importante papel na fermentação heterolática, produzindo ácido lático, dióxido de carbono, etanol e compostos aromáticos. Entre esses, destaca-se o diacetil, substância associada a notas amanteigadas e cremosas frequentemente observadas em queijos artesanais maturados (Dores, *et al.*, 2013; Borelli, *et al.*, 2006).

A interação entre diferentes bactérias ácido-láticas e a atuação desses grupos bacterianos influencia o equilíbrio entre aroma, sabor, textura e tipicidade do queijo artesanal além de contribuir para a complexidade sensorial do queijo Canastra.

4.3 Microbiota fúngica e leveduras

A casca e a massa têm participação ativa da microbiota fúngica e das leveduras, contribuindo para o desenvolvimento de aroma, sabor, textura e identidade sensorial do queijo. Diferentemente das bactérias ácido-láticas, que predominam principalmente no interior, as leveduras e fungos filamentosos apresentam maior abundância na superfície, onde encontram condições mais favoráveis de oxigenação e umidade.

Leveduras e fungos como *Debaryomyces*, *Geotrichum*, *Kluyveromyces* e *Torulaspota* foi relatada em 37,5% dos estudos, que destacaram como importantes produtores de compostos relacionados ao aroma, textura e desenvolvimento da

casca.

Debaryomyces hansenii é uma levedura frequentemente associada ao queijo Canastra, considerada uma das espécies mais adaptadas a ambientes salinos e de baixa atividade de água. Essa levedura possui importante papel no consumo de lactato presente na superfície do queijo, promovendo aumento do pH da casca e favorecendo o crescimento de outros microrganismos envolvidos na maturação. Participa também da produção de álcoois, ésteres e compostos sulfurados associados a aromas característicos de queijo curado e notas levemente alcoólicas e salgadas (Fleet, 2007; Fröhlich-Wyder *et al.*, 2019).

O fungo *Kluyveromyces marxianus* também apresenta relevante contribuição sensorial, especialmente pela capacidade de metabolizar lactose residual e produzir compostos voláteis como etanol, álcoois superiores e ésteres, que estão associados a notas frutadas, adocicadas e fermentadas observadas em queijos maturados. Estudos recentes demonstram ainda que espécies desse fungo podem influenciar características físico-químicas da massa, contribuindo indiretamente para modificações de textura ao longo da cura (Silva, *et al.*, 2025).

O *Geotrichum candidum* possui elevada atividade lipolítica e proteolítica, atuando na degradação de proteínas e lipídios da casca. Como consequência, ocorre formação de ácidos graxos livres, cetonas e compostos sulfurados relacionados a notas de nozes, manteiga e queijo maturado contribuindo para a formação da textura superficial característica e para o desenvolvimento visual da casca (Kamimura, *et al.*, 2019).

A diferenciação entre casca e massa constitui aspecto central no entendimento da microbiota fúngica do queijo Canastra. A casca apresenta maior diversidade microbiana e predominância de leveduras e fungos aeróbios, favorecida pela disponibilidade de oxigênio e pelas condições ambientais de maturação. Nessa região, predominam processos intensos de lipólise e proteólise superficial, responsáveis por aromas mais fortes, notas animais e características típicas de queijo curado. Já a massa interna apresenta ambiente mais anaeróbio, com predominância de bactérias ácido-lácticas e menor desenvolvimento fúngico. Como resultado, os sabores internos tendem a ser mais lácteos, ácidos e suaves (Kamimura, *et al.*, 2019; Aragão, *et al.*, 2025).

Compostos produzidos na superfície podem migrar para o interior do queijo, contribuindo para integração do perfil aromático e para a complexidade sensorial

característica do queijo Canastra artesanal. Dessa forma, a microbiota fúngica não apenas participa da maturação, mas constitui elemento essencial para a expressão do *terroir* e da identidade regional do produto.

Quadro 3: Classificação taxonômica e principais funções dos microrganismos

Reino	Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécie	Funções na maturação e no sensorial
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Lactobacillaceae	<i>Lactobacillus</i> /spp.	Proteólise, formação de aminoácidos livres, desenvolvimento de aroma e sabor maturado
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Lactobacillaceae	<i>Lacticaseibacillus</i> /L. casei	Proteólise e formação de compostos voláteis durante a maturação
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Lactobacillaceae	<i>Levilactobacillus</i> /L. brevis	Produção de metabólitos aromáticos e participação na fermentação
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Streptococcaceae	<i>Lactococcus</i> / L. lactis	Acidificação inicial da massa e produção de ácido láctico
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Streptococcaceae	<i>Streptococcus</i> /S. thermophilus	Fermentação da lactose e acidificação
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Enterococcaceae	<i>Enterococcus</i> /spp.	Proteólise, formação de peptídeos, aminoácidos e compostos aromáticos
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Lactobacillales	Leuconostocaceae	<i>Leuconostoc</i> /spp.	Produção de diacetil, notas amanteigadas e cremosas
Bactéria	Bacillota (Firmicutes)	Bacilli	Bacillales	Staphylococcaceae	<i>Staphylococcus</i> /spp.	Participação secundária na maturação e formação de compostos aromáticos
Fungi	Ascomycota	Saccharomycetes	Saccharomycesales	Debaryomycetaceae	<i>Debaryomyces</i> /D. hansenii	Consumo de lactato, redução da acidez e formação de álcoois e ésteres
Fungi	Ascomycota	Saccharomycetes	Saccharomycesales	Saccharomycetaceae	<i>Kluyveromyces</i> /K. marxianus	Produção de álcoois, ésteres e compostos aromáticos frutados
Fungi	Ascomycota	Saccharomycetes	Saccharomycesales	Dipodascaeae	<i>Geotrichum</i> /G. candidum	Desenvolvimento da casca, proteólise superficial e formação de aroma
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i> /spp.	Produção de enzimas proteolíticas e lipolíticas, contribuindo para aroma e textura

(conclusão)

Reino	Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécie	Funções na maturação e no sensorial
Fungi	Ascomycota	Saccharomycetes	Saccharomycesales	Saccharomycetaceae	<i>Candida</i> /spp.	Formação de compostos voláteis e interação com outras leveduras durante a maturação

Fonte: a autora

4.4 Compostos metabólicos e descritores sensoriais

Os compostos metabólicos formados durante a maturação do queijo Canastra estão diretamente relacionados à atividade bioquímica da microbiota presente no leite cru, no pingo e no ambiente de produção. A relação entre microbiota e formação de compostos responsáveis pelo aroma e sabor foi observada em 87,5% dos estudos.

Os principais processos envolvidos nessa transformação são a proteólise, a lipólise e, em menor intensidade, a glicólise residual, responsáveis pela formação de compostos voláteis e não voláteis que determinam aroma, sabor e textura do produto (McSweeney, 2004; Coelho, *et al.*, 2022).

A proteólise representa um dos mecanismos mais importantes da maturação, consistindo na degradação progressiva das caseínas por enzimas do coalho, do leite e principalmente dos microrganismos presentes no queijo. Esse processo resulta na formação de peptídeos e aminoácidos livres, os quais contribuem diretamente para o sabor ou atuam como precursores de compostos aromáticos secundários. (Coelho, *et al.*, 2022). A degradação de aminoácidos pode originar aldeídos, álcoois, compostos sulfurados e ácidos orgânicos associados a descritores sensoriais complexos como notas de nozes, queijo curado e aromas animais e característicos de queijos maturados (Penna, *et al.*, 2021).

Lipases microbianas promovem a hidrólise de triglicerídeos durante o processo de lipólise, resultando na liberação de ácidos graxos livres. Esses compostos podem sofrer reações secundárias que levam à formação de cetonas, lactonas, álcoois e ésteres voláteis. As cetonas e lactonas estão frequentemente associadas a notas amanteigadas e cremosas, enquanto ésteres contribuem para aromas frutados e adocicados (Fröhlich-Wyder, *et al.*, 2019).

A glicólise residual também contribui para o perfil sensorial do queijo por meio do metabolismo do lactato e de açúcares residuais. Nas etapas iniciais da fabricação, bactérias ácido-láticas convertem lactose em ácido láctico, promovendo acidificação da massa e influenciando diretamente na textura e estabilidade microbiológica. Posteriormente, parte desse lactato pode ser metabolizada por leveduras e bactérias secundárias, resultando em compostos como diacetil, acetaldeído e ácidos orgânicos, que são responsáveis por descritores característicos, como notas lácteas, ácidas e amanteigadas (Fröhlich-Wyder, *et al.*, 2019; Aragão, *et al.*, 2025).

Os compostos voláteis produzidos pela microbiota apresentam estreita relação

com os descritores sensoriais observados no queijo Canastra. O diacetil e algumas cetonas contribuem para aromas amanteigados e cremosos, relacionados à atividade de *Leuconostoc* spp. Já os ésteres e álcoois produzidos por leveduras, são vinculados a notas frutadas e fermentadas (McSweeney, 2004).

Descritores sensoriais mais intensos, como notas animais, de queijo curado e de nozes, geralmente estão ligados à maturação prolongada e à formação de compostos derivados da proteólise avançada e da oxidação de lipídica. Fungos e leveduras de superfície, especialmente *Geotrichum candidum*, desempenham papel importante nessas transformações bioquímicas, contribuindo para a complexidade aromática característica de queijos artesanais maturados (Kamimura, *et al.*, 2019).

Dessa forma, a diversidade microbiana presente no queijo Canastra favorece a formação de uma ampla variedade de metabólitos responsáveis pela singularidade aromática e gustativa que caracteriza esse queijo artesanal.

Quadro 4: Relação entre microbiota, metabólitos e atributos sensoriais

Grupo microbiano	Possível atividade metabólica	Compostos associados	Descritores sensoriais	Referências
<i>Lactococcus</i> spp.	Fermentação da lactose e acidificação inicial	Ácido láctico, acetaldeído	Notas lácteas, frescas e ácidas	Fox, <i>et al.</i> (2017); McSweeney (2004)
<i>Lactobacillus</i> spp.	Proteólise secundária e metabolismo de aminoácidos	Aminoácidos livres, aldeídos, ácidos orgânicos, aminas	Sabores intensos, maturados e persistentes	McSweeney (2004)
<i>Leuconostoc</i> spp.	Fermentação heterotática e produção de compostos aromáticos	Diacetil, ésteres, CO ₂ , etanol	Notas amanteigadas, frutadas e cremosas	Coelho, <i>et al.</i> , (2022)
<i>Enterococcus</i> spp.	Proteólise e metabolismo de aminoácidos	Peptídeos, aminoácidos livres, ácidos orgânicos	Aroma intenso, sabor complexo e maturado	Coelho, <i>et al.</i> , (2022)
<i>Debaryomyces hansenii</i>	Consumo de lactato e alcalinização da superfície	Álcoois, ésteres, compostos sulfurados	Aroma de queijo curado, notas alcoólicas e salgadas	Fleet (2007); Fröhlich-Wyder <i>et al.</i> (2019)
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Fermentação de lactose e produção de compostos voláteis	Etanol, álcoois superiores, ésteres	Notas frutadas e adocicadas	Fröhlich-Wyder <i>et al.</i> (2019); Silva <i>et al.</i> (2025)
<i>Geotrichum candidum</i>	Lipólise e proteólise superficial	Ácidos graxos livres, cetonas, compostos sulfurados	Aroma de casca, notas de nozes e queijo maturado	Fröhlich-Wyder <i>et al.</i> (2019)
<i>Candida</i> spp.	Metabolismo de lactato e compostos nitrogenados	Álcoois e compostos aromáticos secundários	Notas fermentadas e complexidade aromática	Fleet (2007)
Microbiota fúngica de superfície	Proteólise e lipólise na casca	Cetonas, lactonas, compostos sulfurados	Aroma intenso, animal e de maturação	Aragão <i>et al.</i> (2025); Fröhlich-Wyder <i>et al.</i> (2019)
Bactérias ácido-lácteas (geral)	Acidificação, proteólise e produção de metabólitos fermentativos	Ácido láctico, diacetil, peptídeos	Textura firme, sabor ácido e equilíbrio sensorial	Coelho, <i>et al.</i> , (2022); Penna <i>et al.</i> (2021)

Fonte: a autora

4.5 Fatores moduladores

Entre os principais fatores que modulam os atributos sensoriais do queijo Canastra estão o tempo de maturação, a sazonalidade, o uso do pingo, as particularidades de cada produtor, a diferenciação entre casca e massa e as condições de cura. A interação entre esses elementos influencia diretamente a composição microbiana, a intensidade das reações bioquímicas e a formação do perfil sensorial característico do queijo Canastra.

A influência da maturação sobre a microbiota e os atributos sensoriais foi discutida em 75% dos estudos analisados, evidenciando que o tempo de maturação se mostra como um dos fatores mais importantes na modulação da microbiota e dos compostos sensoriais. Queijos Canastra maturados por períodos mais prolongados apresentam maior complexidade aromática e textura mais macia devido à degradação progressiva das proteínas (Coelho, *et al.*, 2022; Dores, *et al.*, 2013). Durante os primeiros dias de cura predominam bactérias ácido-lácticas responsáveis pela acidificação da massa e pela formação de notas lácteas e ácidas (Aragão, *et al.*, 2025). À medida que a maturação avança, a intensificação de processos como proteólise e lipólise favorece o desenvolvimento de compostos voláteis associados a aromas mais complexos, incluindo notas amanteigadas, frutadas, animais e de nozes.

Alterações climáticas ao longo do ano afetam a alimentação dos animais, a composição do leite cru e as condições ambientais das queijarias, refletindo diretamente na diversidade microbiana presente nos queijos. Períodos chuvosos tendem a favorecer a umidade ambiental e aumentar a diversidade de leveduras e fungos, resultando em aromas mais intensos e maior complexidade sensorial. Em contrapartida, durante períodos secos, os queijos frequentemente apresentam perfil sensorial mais estável e menor variabilidade microbiológica (Dores, *et al.*, 2013; McSweeney, 2004).

Instalações, utensílios, bancadas, prateleiras de madeira e biofilmes presentes nas queijarias funcionam como reservatórios microbianos naturais que contribuem continuamente para inoculação do queijo durante a fabricação e a maturação. Essa microbiota ambiental constitui parte importante do *terroir* do queijo Canastra, conferindo características sensoriais particulares relacionadas à região e às práticas tradicionais de produção (Penna, *et al.*, 2021).

O pingo representa um dos elementos mais importantes da identidade

microbiológica do queijo Canastra. Ele atua como cultura iniciadora natural, obtida a partir do soro drenado da produção anterior do queijo, contendo bactérias ácido-láticas e leveduras adaptadas às condições específicas de cada propriedade. Sua composição microbiana pode variar entre produtores, influenciando diretamente a velocidade de acidificação, o perfil metabólico e as características sensoriais do queijo (Borelli, *et al.*, 2006; Kamimura, *et al.*, 2019; Pineda, *et al.*, 2021).

As diferenças entre produtores constituem outro fator relevante. Mesmo dentro da mesma região geográfica, práticas de manejo, higiene, alimentação animal, condições de maturação e composição do pingo podem resultar em perfis microbiológicos distintos. Como consequência, observam-se diferenças sensoriais perceptíveis entre queijos produzidos em diferentes fazendas, reforçando o conceito de *terroir* associado ao queijo Canastra (Penna, *et al.*, 2021).

A casca e massa também influenciam significativamente a dinâmica microbiana. A casca apresenta ambiente mais aeróbio e maior contato com o meio externo, favorecendo o desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos responsáveis por intensa atividade lipolítica e proteolítica. Já a massa interna apresenta ambiente mais anaeróbio, dominado principalmente por bactérias ácido-láticas relacionadas à acidificação, textura e notas lácteas e amanteigadas.

As condições de cura, especialmente temperatura e umidade relativa, também modulam a microbiota e os processos bioquímicos da maturação. Ambientes mais quentes e úmidos favorecem maior atividade microbiana e aceleração da proteólise e da lipólise, intensificando aroma e sabor. Em contrapartida, condições mais secas e frias tendem a reduzir a velocidade de maturação, resultando em queijos de textura mais firme e perfil sensorial mais suave (Penna, *et al.*, 2021; Kamimura, *et al.*, 2019; Borelli, *et al.*, 2006).

Em conjunto, esses fatores demonstram que a identidade sensorial do queijo Canastra não depende apenas da composição microbiana inicial, mas da interação dinâmica entre ambiente, condições climáticas, práticas produtivas e condições de maturação ao longo do tempo.

4.6 Lacunas da literatura

Grande parte dos estudos disponíveis concentra-se isoladamente na caracterização microbiológica ou na avaliação físico-química, havendo ainda número limitado de pesquisas que integrem simultaneamente microbiota, metabólica e

análise sensorial descritiva.

A maioria dos estudos microbiológicos identificam os principais grupos bacterianos e fúngicos presentes no queijo, porém alguns deles não estabelecem relações diretas entre os microrganismos detectados, os metabólitos produzidos durante a maturação e os descritores sensoriais percebidos pelos consumidores ou avaliadores treinados. Essa fragmentação metodológica limita uma compreensão mais aprofundada das interações entre a microbiota, os processos metabólicos bioquímicos e desenvolvimento dos atributos sensoriais em queijos artesanais.

Algumas pesquisas publicadas realizam análises pontuais em períodos específicos de cura, sem monitorar continuamente as alterações microbianas, físico-químicas e aromáticas durante diferentes etapas da maturação. Estudos longitudinais poderiam contribuir para melhor compreensão das sucessões microbianas e das transformações metabólicas associadas ao desenvolvimento de sabor, aroma e textura.

Observa-se ainda número reduzido de estudos comparativos entre produtores, propriedades rurais e diferentes épocas do ano. Embora a sazonalidade e o *terroir* microbiano sejam frequentemente mencionados como fatores importantes na caracterização do queijo artesanal, poucos trabalhos avaliam sistematicamente como diferenças ambientais, climáticas e tecnológicas influenciam simultaneamente microbiota, metabolômica e atributos sensoriais. Da mesma forma, ainda são limitadas as pesquisas comparando casca e massa de forma integrada.

Dessa forma, futuros estudos devem priorizar abordagens multidisciplinares e interligadas, capazes de relacionar composição microbiana, metabolismo bioquímico e percepção sensorial ao longo da maturação. A ampliação de estudos comparativos entre produtores, estações do ano e condições de cura poderá contribuir para melhor compreensão do *terroir* microbiano e para valorização científica e tecnológica dos queijos artesanais brasileiros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbiota exerce papel fundamental na formação dos atributos sensoriais do queijo Canastra durante a maturação, influenciando diretamente o desenvolvimento de aroma, sabor e textura por meio de processos como proteólise e lipólise. Bactérias ácido-lácticas, leveduras e fungos contribuem para a produção de metabólitos responsáveis por descritores sensoriais característicos, enquanto fatores

como tempo de maturação, sazonalidade, condições de cura, composição do pingo e ambiente de produção modulam a diversidade microbiana e o perfil sensorial do produto. Além disso, diferenças entre produtores, práticas tradicionais e condições ambientais específicas reforçam a existência de um *terroir* microbiano associado ao queijo Canastra.

Embora os avanços em técnicas de microbiologia e metabolômica tenham ampliado a compreensão das relações entre microbiota e atributos sensoriais, ainda existem lacunas quanto à identificação específica dos microrganismos e de seus metabólitos-chave ao longo das diferentes etapas da maturação. Dessa forma, novos estudos integrando análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais são fundamentais para aprofundar o entendimento sobre os mecanismos envolvidos na formação da identidade sensorial do queijo Canastra.

Compreender a dinâmica microbiana associada à maturação do queijo Canastra pode contribuir não apenas para a valorização científica e cultural desse patrimônio alimentar brasileiro, mas também para o fortalecimento de estratégias de padronização, qualidade, segurança e valorização comercial da produção artesanal.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, M.O.P. *et al.* Fungal and bacterial diversity present on the rind and core of Natural Bloomy Rind Artisanal Minas Cheese from the Canastra region, Brazil. **Food Research International**, v. 202, artigo 115724, fevereiro 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115724>. Acesso em: 10 mar. 2026.

BORELLI, B. M. *et al.* Enterotoxigenic *Staphylococcus* spp. and Other Microbial Contaminants During Production of Canastra Cheese, Brazil. **Food Microbiology**, v. 37, p. 545-550, outubro 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/qJpWv5fsH7mW8LCxp5znXjD/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 04 fev. 2026.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 mar. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 13 mai. 2026

BRASIL. Decreto nº 9.918, de 18 de julho de 2019. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11099.htm#art15. Acesso em: 13 mai. 2026

BRASIL. Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 jun. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13680.htm. Acesso em: 13 mai. 2026

COELHO, M. C. *et al.* Lactic Acid Bacteria in Raw-Milk Cheeses: From Starter Cultures to Probiotic Functions. **Foods**, v. 11, artigo 2276, julho 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11152276>. Acesso em: 05 mai. 2026.

DORES, M. T. *et al.* Room temperature aging to guarantee microbiological safety of Brazilian artisan Canastra cheese. **Food Science Technology**, v. 33, p. 180–185, março 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000003>. Acesso em 10 mar. 2026.

FLEET, Graham. H. Yeasts in foods and beverages: impact on product quality and safety. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 18, p. 170–175, abril 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2007.01.010>. Acesso em 10 mar. 2026.

Fox, P. F.; Guinee, T. P.; Cogan, T. M.; McSweeney, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. 2. ed. New York: Springer, 2017.

FRÖHLICH-WYDER M. T. *et al.* Cheese yeasts. **Yeast**, v. 36, p. 129–141, março 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/yea.3368>. Acesso em 04 fev. 2026.

GALINARI, É. *et al.* Microbiological aspects of the biofilm on wooden utensils used to make a Brazilian artisanal cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 45, p. 713-720, março 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/HB8nkNyD8DNWpnG5t39wkdh/?lang=en>. Acesso em: 11 jun. 2026.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Helena e Jorge em: aqui se faz queijo. **Iphan**, p.20, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.iphan.gov.br/items/29bbce66-fbca-4409-9834-d8554acce2c1/full>. Acesso em: 10 jun. 2026.

KAMIMURA, B. A *et al.* Large-scale mapping of microbial diversity in artisanal Brazilian cheeses. **Food Microbiology**, v. 80, p. 40–49, junho 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.12.014>. Acesso em: 04 fev. 2026.

LEIRA, M. *et al.* Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. **Pubvet**, v. 12, n.5, p 1-13. maio 2018. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1124>. Acesso em: 11 jun. 2026.

MCSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, p. 127-144, abril 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x>. Acesso em: 02 mar. 2026.

MONTEL, M. C. *et al.* Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. **International Journal of Food Microbiology**, v. 177, p. 136–154, maio 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019>. Acesso em: 01 mar. 2026.

PENNA, A. L. B. *et al.* Artisanal Brazilian Cheeses—History, Marketing, Technological and Microbiological Aspects. **Foods**, v. 10(7), art.1562, julho 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10071562>. Acesso em: 03 fev. 2026.

PERIN, L. M. *et al.* Bacterial ecology of artisanal Minas cheeses assessed by culture dependent and independent methods. **Food Microbiology**, v. 65, agosto 2017, p. 160-169. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.02.005>. Acesso em 06 fev. 2026.

PINEDA, A. P. A, *et al.* Brazilian Artisanal Cheeses: Diversity, Microbiological Safety, and Challenges for the Sector. **Frontiers Microbiology**, v. 12, art. 666922, abril 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.666922>. Acesso em: 03 fev. 2026.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 20, p. 2, junho 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>. Acesso em: 25 mai. 2026.

SETTANNI, L. *et al.* Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. **Frontiers Microbiology**, v. 27, p. 691-697, setembro 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.05.023>. Acesso em: 03 fev. 2026.

SILVA, A. A. D. *et al.* Physicochemical Profile of Canastra Cheese Inoculated with Starter Cultures of *Kluyveromyces lactis* and *Torulaspora delbrueckii*. **Foods**, v. 14, art. 121, janeiro 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods14010121>. Acesso em: 03 fev. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. Comitê de Governança Digital. Resolução nº 02/2025, de 18 de dezembro de 2025: diretrizes para uso de Inteligência Artificial (IA) na Universidade Federal de Alfenas. Alfenas: **UNIFAL-MG**, 2025. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/portal/wp-content/uploads/sites/52/2025/12/Resolucao_CGD_02_2025.pdf. Acesso em: 26 mai. 2026.

YOO, J. *et al.* A Comparison of Quality Characteristics in Dairy Products Made from Jersey and Holstein Milk. **Food Science of Animal Resources**, v.39, n. 2, p. 255-265, abril 2019. Disponível em: https://www.kosfaj.org/archive/view_article?pid=kosfa-39-2-255. Acesso em 11 jun. 2026.

APÊNDICE

APÊNDICE A – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA EXTRAÇÃO DOS DADOS

Identificação do estudo	
Item	Informação
Autor(es)	
Ano de publicação	
Título do artigo	
DOI/link	
Características gerais do estudo	
Item	Informação
Objetivo do estudo	
Tema principal	
Produto avaliado	
Metodologia utilizada	
Item	Informação
Métodos microbiológicos utilizados	
Métodos físico-químicos utilizados	
Métodos sensoriais utilizados	
Principais resultados	
Item	Informação
Tipo de queijo	
Microrganismos identificados	
Principais metabólitos encontrados	
Alterações sensoriais observadas	
Presença de leveduras	
Avaliação para a revisão	
Item	Informação
Contribuição para a revisão narrativa	
Inclusão final	() Sim () Não
Observações adicionais	