pubvet
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
ISSN 1982-1263
https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n9e2004

Ecologia microbiana dos queijos do Marajó: identidade de um patrimônio alimentar amazônico

Jessica Assunção Rodrigues[1*], Allana Lais Alves Lima[2], Nilson Veloso Bezerra[3], Luciana Silva Ribeiro[4]

[1]*Bacharelado em Zootecnia, Instituto de Saúde e Produção Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil.*
[2]*Pós-doutoranda em Biotecnologia Aplicada à Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil.*
[3]*Docente do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará, Brasil.*
[4]*Docente do Instituto de Saúde e Produção Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil.*
**Autor para correspondência e-mail: jessicaassuncaorodrigues@gmail.com.*

Resumo. Objetivou-se caracterizar o ecossistema microbiano dos queijos do Marajó, abordando os principais grupos microbianos, os fatores determinantes da microbiota, os processos de sucessão microbiana e o conceito de *terroir* microbiano. A metodologia consistiu em uma revisão de literatura de caráter qualitativo, descritivo e narrativo, abrangendo publicações científicas publicadas no período de 2010 a 2026. Os estudos analisados evidenciam que a microbiota desses queijos é predominantemente composta por bactérias ácido-láticas, como *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp. e *Streptococcus* spp., além de leveduras e outros microrganismos associados ao ambiente de produção. Observou-se que fatores como a composição do leite bubalino, as condições ambientais amazônicas, as práticas de manejo e a predominância da fermentação espontânea favorecem a diversidade microbiana. Conclui-se que a ecologia microbiana dos queijos do Marajó está diretamente relacionada à identidade territorial e às práticas artesanais, destacando a importância do controle higiênico-sanitário e da padronização dos processos produtivos para garantir a qualidade e a segurança do produto.

Palavras-chave: Bactérias ácido-láticas, diversidade microbiana, sucessão microbiana, *terroir* microbiano

Microbial ecology of Marajó cheeses: identity of an amazonian food heritage

Abstract. This review aimed to characterize the microbial ecosystem of Marajó cheeses by addressing the main microbial groups, the factors determining the microbiota, the processes of microbial succession, and the concept of microbial *terroir*. The methodology consisted of a qualitative, descriptive, and narrative literature review covering scientific publications published between 2010 and 2026. The studies analyzed indicate that the microbiota of these cheeses is predominantly composed of lactic acid bacteria, including *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., and *Streptococcus* spp., as well as yeasts and other microorganisms associated with the production environment. The findings indicate that factors such as the composition of buffalo milk, Amazonian environmental conditions, management practices, and the predominance of spontaneous fermentation promote microbial diversity. It is concluded that the microbial ecology of Marajó cheeses is closely associated with territorial identity and artisanal practices, highlighting the importance of sanitary and hygienic control and the standardization of production processes to ensure product quality and safety.

Keywords: Lactic acid bacteria, microbial diversity, microbial succession, microbial *terroir*

Introdução

O estudo da ecologia microbiana de alimentos fermentados é fundamental para compreender a dinâmica das populações microbianas e sua influência sobre a segurança, a estabilidade e as características sensoriais dos produtos lácteos (Frétin et al., 2018; Mayo et al., 2021). Nos queijos artesanais, essas comunidades resultam da interação entre o leite, o ambiente de produção e as práticas tecnológicas, sendo moduladas por fatores como pH, umidade e salinidade, que influenciam a sucessão microbiana ao longo do processamento (Félix, 2012; Figueiredo et al., 2018; Pinto et al., 2016; Seixas et al., 2014; Wolfe et al., 2014).

Entre os derivados lácteos artesanais brasileiros, destaca-se o queijo do Marajó, produzido a partir de leite de búfala na Ilha do Marajó, estado do Pará. Esse produto possui relevância cultural, econômica e tecnológica, estando associado ao saber-fazer tradicional e à bubalinocultura regional. Sua produção é regulamentada pela Portaria ADEPARÁ nº 418/2013, norma estadual que estabelece os critérios para a produção, o processamento e o controle da qualidade do tradicional queijo do Marajó no estado do Pará. Essa portaria define requisitos sanitários e técnicos destinados a garantir a qualidade, a segurança e a padronização do produto oferecido ao consumidor.

O leite bubalino apresenta elevados teores de gordura, proteína e sólidos totais, características que favorecem o rendimento industrial e influenciam a textura, a composição e a microbiota dos queijos (Barreto et al., 2010; Carvalhal & Costa, 2018; Figueiredo et al., 2018; Lima, 2024; Silva et al., 2022; Teixeira et al., 2005). Além disso, fatores como manejo, higiene da ordenha, estação do ano e condições ambientais podem modificar tanto as características físico-químicas quanto a composição microbiana da matéria-prima (Bernardes, 2013; Penna et al., 2021; Pinto et al., 2016; Verruma et al., 1993).

Embora estudos sobre queijos artesanais indiquem a existência de comunidades microbianas complexas e específicas, ainda são escassas as revisões que integrem os aspectos ecológicos, tecnológicos e funcionais dos queijos do Marajó (Cruz et al., 2020; Simões, 2014).

O presente artigo teve como objetivo, por meio de uma revisão de literatura, investigar a ecologia microbiana dos queijos do Marajó, destacando os fatores que influenciam a composição e a dinâmica da microbiota, bem como sua contribuição para a identidade de um patrimônio alimentar amazônico.

Metodologia

Delineamento do estudo

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem qualitativa e descritiva, com o objetivo de reunir e discutir informações sobre a ecologia microbiana dos queijos do Marajó, produzidos no estado do Pará.

Coleta de dados bibliográficos

A busca bibliográfica foi realizada entre fevereiro e abril de 2026, contemplando publicações científicas publicadas no período de 2010 a 2026. Foram consultadas as bases de dados Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar.

Estratégia de busca e descritores

Foram utilizados termos de busca em português e inglês relacionados aos queijos artesanais brasileiros, aos queijos do Marajó, à ecologia microbiana e à microbiota de queijos de leite de búfala. Os termos foram combinados por meio de operadores booleanos e adaptados às características de cada base de dados. As estratégias de busca foram adaptadas às recomendações de Freitas et al. (2023), Moher et al. (2015), Page et al. (2021) e Rethlefsen et al. (2021).

Critérios de seleção dos estudos

Foram incluídos artigos científicos originais, revisões narrativas e sistemáticas, livros, capítulos de livros, dissertações, teses e pré-prints relacionados à ecologia microbiana de queijos artesanais, com ênfase nos queijos do Marajó. Foram excluídos resumos publicados em anais de eventos, documentos de patente e estudos com enfoque exclusivamente sanitário, sem abordagem dos aspectos ecológicos da microbiota.

Organização e análise das informações

Os estudos selecionados foram submetidos à leitura exploratória e analítica. As informações extraídas foram organizadas em categorias temáticas, contemplando a diversidade microbiana, os fatores ambientais e tecnológicos e os processos de sucessão microbiana. A discussão foi conduzida de forma integrada, fundamentada nos princípios da ecologia microbiana.

Queijos do Marajó: contexto histórico, produtivo e importância regional

Historicamente, os queijos artesanais brasileiros fundamentam-se em dimensões culturais, produtivas e normativas que estruturam sua identidade territorial (Cruz et al., 2020; Pereira et al., 2016; Rezende et al., 2010; Sheleidres, 2025; Ströher et al., 2023). Nesse contexto, o Decreto nº 11.099/2022 regulamenta a elaboração e a comercialização de queijos artesanais no Brasil, estabelecendo critérios para sua produção, identidade e valorização das práticas tradicionais. De acordo com essa legislação, os queijos artesanais são definidos como produtos elaborados por métodos tradicionais, vinculados a um território reconhecido, produzidos segundo protocolos específicos e passíveis de certificação oficial quando atendidos os requisitos legais (Brasil, 2022).

A origem dos queijos do Marajó está relacionada aos processos de ocupação colonial e à consolidação dos sistemas pecuários na Amazônia (Cruz et al., 2020; Melo et al., 2024; Nascimento et al., 2019). A produção na microrregião do Arari remonta ao século XVIII, inicialmente utilizando leite bovino proveniente de fazendas influenciadas pela colonização portuguesa e francesa (Cruz et al., 2015; Farias, 2022; Nascimento et al., 2019). A introdução dos búfalos, consolidada no final do século XIX, reorganizou a base produtiva regional em razão da elevada adaptação desses animais às áreas alagadas e aos campos naturais da ilha (Simões, 2014). Essa adaptação favoreceu a expansão da bubalinocultura e a incorporação do leite de búfala à fabricação dos queijos, redefinindo a dinâmica produtiva local e consolidando uma identidade própria fortemente vinculada ao território (Bernardes, 2013; Carvalhal & Costa, 2018; Teixeira et al., 2005).

A influência colonial também promoveu a introdução de técnicas de processamento de leite que, posteriormente, foram reinterpretadas e adaptadas ao contexto amazônico. Essas práticas foram apropriadas pelas famílias produtoras e transformadas em tradição local, estruturando um sistema artesanal baseado na coagulação espontânea do leite cru e na fusão da massa com creme ou manteiga de búfala (ADEPARÁ, 2013; Brasil, 2020). De acordo com (Nascimento et al. (2019) Simões (2014), esse modelo evidencia a integração entre heranças tecnológicas europeias e adaptações regionais, consolidando a transmissão intergeracional dos conhecimentos e articulando ambiente, cultura e trabalho rural na construção de um produto genuinamente marajoara.

No campo simbólico, o queijo do Marajó ultrapassa a dimensão alimentar e afirma-se como expressão da cultura marajoara, sendo reconhecido como atração gastronômica e marcador identitário da microrregião do Arari (Cruz et al., 2015; Farias, 2022; Nascimento et al., 2019). Sua produção artesanal, vinculada à criação extensiva de búfalos e à organização familiar, reforça a relação entre alimento, território e modo de vida rural (Brasil, 2020). Inserido na culinária paraense, o produto amplia sua visibilidade, fortalecendo sua reputação regional e economia local.

A identidade cultural do queijo fundamenta-se no reconhecimento de métodos tradicionalmente manuais, prática socialmente compartilhada e transmitida entre gerações, onde a literatura sobre queijos artesanais brasileiros destaca que a tipicidade resulta da interação entre recursos naturais, técnicas produtivas e memória coletiva (Cruz et al., 2020, 2015; EMBRAPA, 2021; IBGE, 2025; Melo et al., 2024; Nascimento et al., 2019). Nesse sentido, o queijo do Marajó possui a valorização de patrimônio imaterial, por incorporar práticas historicamente consolidadas e fortemente vinculadas ao território, reafirmando a inseparabilidade entre qualidade, origem geográfica e identidade cultural (Brasil, 2020).

A relevância socioeconômica dos queijos do Marajó é evidenciada por indicadores produtivos e estruturais, onde a microrregião do Arari constitui o principal polo de fabricação, destacando-se Soure, Salvaterra e Cachoeira do Arari (Blaskovsky et al., 2010; Cruz et al., 2015; Farias, 2022). Em períodos de alta safra, a produção pode alcançar cerca de 1.500 kg por dia, associada a aproximadamente 60 queijarias concentradas nesses municípios, com redução significativa na entressafra (Simões, 2014). Observa-se forte dependência da atividade às variações sazonais da oferta de leite.

Estima-se ainda a existência de cerca de oito indústrias de laticínios formalizadas no arquipélago do Marajó, produzindo anualmente cerca de 65,5 mil quilos de queijo artesanal certificados pela Agência de Defesa Agropecuária do Pará (ADEPARÁ, 2013). Com produção diária variando entre 20 kg e 50 kg por unidade (Blaskovsky et al., 2010). Esses dados indicam a predominância de pequenas unidades produtivas, evidenciando a capilaridade da atividade na ilha.

A relação entre o volume produtivo, o número de unidades processadoras e a dimensão do rebanho, estimado em aproximadamente 700.000 animais, evidencia a importância da bubalinocultura regional, cuja sustentabilidade depende das condições ambientais, sazonais e estruturais da atividade (FAPESPAS, 2023; IBGE, 2025; Simões, 2014). Nesse contexto, a produção artesanal configura-se como prática sociocultural e econômica relevante, especialmente na agricultura familiar, ao gerar renda e fortalecer identidades locais (Blaskovsky et al., 2010).

Sob a perspectiva científica, esses queijos também se destacam pela complexidade de suas comunidades microbianas, determinantes para fermentação, estabilidade e atributos sensoriais (Levante et al., 2023; Neviani et al., 2025; Perin et al., 2017). Estudos globais identificam perfis microbianos recorrentes, influenciados pelo tipo de leite e por práticas produtivas, e apesar das variações regionais, persistem padrões estruturais que reforçam a diversidade microbiana como elemento central da tipicidade e autenticidade dos queijos tradicionais (Reuben et al., 2023).

Queijos produzidos a partir do leite de búfala

A diversidade de queijos elaborados a partir do leite de búfala decorre das distintas técnicas de processamento e das adaptações adotadas em diferentes contextos produtivos, uma vez que variações nas etapas tecnológicas influenciam a textura, o teor de umidade e as características sensoriais, resultando em produtos com propriedades específicas (Ercolini et al., 2012; Figueiredo et al., 2018) . Assim, essa pluralidade expressa tanto as particularidades da matéria-prima quanto as estratégias de elaboração empregadas.

A produção do queijo do Marajó, nas tipologias creme e manteiga, possui relevância econômica, histórica e social, estando associada à consolidação da bubalinocultura e às trajetórias familiares locais, configurando-se como atividade estruturante do meio rural (Figueiredo et al., 2018; Nascimento et al., 2019; Pinto et al., 2016; Seixas et al., 2015). O fortalecimento da preferência por produtos bubalinos ampliou sua inserção no mercado regional, reforçando o vínculo entre produção e território, gerando renda e possibilitando a permanência das famílias na ilha, além de sustentar dinâmicas sociais e culturais próprias da região (Figueiredo et al., 2018; Melo et al., 2024; Nascimento et al., 2019).

No plano normativo e técnico, o queijo do Marajó é classificado em dois tipos: o tipo manteiga, com adição de manteiga à massa, e o tipo creme, com incorporação de creme de leite durante o processamento (ADEPARÁ, 2013). O tipo manteiga predomina historicamente em Cachoeira do Arari, enquanto o tipo creme se destaca em Soure, tendo este último se consolidado após a introdução da desnatadeira entre as décadas de 1920 e 1930, marco que promoveu diferenciação tecnológica sem ruptura com a base artesanal da produção (Nascimento et al., 2019).

O tipo creme resulta de um processo artesanal que envolve fermentação espontânea do leite, dessoragem e fusão da massa, podendo conter em sua composição até 40% de leite bovino, fator que contribui para as variações composicionais observadas entre produtores (Seixas et al., 2014). Do ponto de vista físico-químico, apresenta média umidade, variando aproximadamente entre 41,00% e 43,06%, teor de gordura entre 33,98% e 38,05% e oscilações na gordura do extrato seco conforme a estação do ano, evidenciando influência sazonal e ausência de padronização industrial rígida (Seixas et al., 2014).

Sob o aspecto microbiológico, a qualidade do tipo creme está diretamente relacionada à adoção de boas práticas de fabricação, ao controle higiênico e ao manejo adequado da etapa térmica, fatores determinantes para a segurança e a aceitação comercial (Pinto et al., 2016). O consumo ocorre predominantemente na forma fresca, valorizando sua textura mais cremosa e o sabor suave. Contudo, sua estabilidade depende de refrigeração adequada e de controle sanitário, reforçando a necessidade de equilíbrio entre a tradição produtiva e as exigências técnicas contemporâneas (Pinto et al., 2016).

O tipo manteiga representa a forma mais antiga da produção marajoara, constituindo a base histórica da posterior diferenciação entre as tipologias e mantendo forte concentração produtiva em Cachoeira do Arari (Nascimento et al., 2019). Seu processamento envolve a dessoragem e a fusão da massa com adição de manteiga, características que lhe conferem perfil sensorial mais intenso e composição específica (ADEPARÁ, 2013; Seixas et al., 2015). Apresenta alta umidade, variando entre 45% e 59,9%, e gordura no extrato seco variando entre 40% e 45%, sendo classificado como queijo gordo segundo os critérios técnicos adotados (Seixas et al., 2015) .

A maior umidade implica maior suscetibilidade a alterações microbiológicas, exigindo rigoroso controle das condições de armazenamento e higiene, embora os estudos ainda não apresentem ensaios específicos de vida de prateleira para essa tipologia (Pinto et al., 2016). Sua permanência no mercado regional está associada à preservação do método tradicional de produção, ao reconhecimento territorial e à diferenciação sensorial, configurando um produto que articula herança histórica e necessidade de adequação às exigências sanitárias atuais (Pinto et al., 2016; Seixas et al., 2014). A comparação sintética dos principais parâmetros físico-químicos entre as duas tipologias é apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Comparação físico-química entre o queijo do Marajó tipo creme e tipo manteiga

Parâmetro Físico-Químico	Queijo do Marajó, Tipo Creme	Queijo do Marajó, Tipo Manteiga
Umidade, %	Média (aprox. 41% - 43%)	Alta (aprox. 49% - 50%)
Gordura total, %	Média/Alta (aprox. 33% - 38%)	Aprox. 20% - 22%
Gordura no Extrato Seco, GES	57% a 66% (Gordo)	45% a 59,9% (Gordo).
Proteína, %	Aprox. 18% - 19%	Aprox. 24% - 25%
pH	4,8 a 5,5 (Mais ácido)	5,2 a 5,5
Cinzas, %	1,6%	2,3% - 2,5%

Fonte: Seixas et al. (2014) Félix (2012).

Os queijos artesanais apresentam uma microbiota natural complexa, formada por diferentes grupos de microrganismos, principalmente bactérias ácido-láticas. Entre essas bactérias, destacam-se os gêneros *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Pediococcus* spp., *Weissela* spp. e *Leuconostoc* spp., além de leveduras, como *Debaryomyces* spp. e *Kluyveromyces* spp., e de outros microrganismos pertencentes ao grupo das corineformes e à família *Micrococcaceae*, incluindo *Kocuria* spp., associados ao leite e ao ambiente de produção (Choi et al., 2020; Coelho et al., 2022; Ferreira, 2016; Kamimura et al., 2019).

As bactérias ácido-láticas constituem o principal grupo microbiano associado à fermentação de queijos artesanais, convertendo a lactose em ácido lático, reduzindo o pH, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis e contribuindo para a formação do aroma, do sabor e da textura característicos (Camargo et al., 2021; Nero et al., 2021; Perin et al., 2017; Resende et al., 2010; Sousa et al., 2023). Sua predominância é influenciada pelo uso de leite cru, pelas condições de produção e pelas práticas tradicionais adotadas nas unidades produtoras.

Os gêneros *Lactobacillus* e *Lactococcus* pertencem ao grupo das bactérias ácido-láticas e compreendem microrganismos Gram-positivos, não formadores de esporos e geralmente imóveis (Robinson, 2005). Diferenciam-se pela morfologia: os primeiros apresentam formato de bastonetes, enquanto os últimos são cocos esféricos ou ligeiramente ovais (Doyle et al., 2012). Nos queijos artesanais, ambos contribuem para a acidificação pela fermentação da lactose, favorecendo o controle de microrganismos indesejáveis (Camargo et al., 2021; Nero et al., 2021). Espécies de *Lactococcus* atuam nas etapas iniciais da fermentação, contribuindo para a formação da coalhada (Resende et al., 2010). Espécies de *Lactobacillus* também participam da maturação e da formação de compostos associados ao aroma e ao sabor dos queijos (Perin et al., 2017; Sousa et al., 2023).

As normativas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2025), como a RDC nº 331/2019 e a Instrução Normativa nº 161/2022, priorizam o controle de microrganismos patogênicos, não restringindo a presença de bactérias benéficas, como *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp. e *Streptococcus thermophilus* (Brasil, 2019; Brasil, 2022). Em queijos artesanais, especialmente aqueles produzidos com leite cru, essas bactérias podem ocorrer naturalmente em elevadas concentrações, frequentemente superiores a 10^6–10^8 unidades formadoras de colônias (UFC)/g, sem representar risco à saúde, desde que sejam atendidos os critérios sanitários estabelecidos (Camargo et al., 2021; Nero et al., 2021; Sousa et al., 2023). Assim, embora não existam limites específicos na legislação para esses

microrganismos, sua presença é considerada indicativa de atividade fermentativa e de qualidade tecnológica, inclusive em produtos como o queijo do Marajó.

Entre as bactérias ácido-láticas identificadas em queijos artesanais, destacam-se também as espécies do gênero *Enterococcus* spp., que apresentam morfologia de cocos Gram-positivos, geralmente dispostos em pares ou pequenas cadeias. Microscopicamente, caracterizam-se como células esféricas ou ovais, não formadoras de esporos e capazes de sobreviver em diferentes condições ambientais, características que favorecem sua permanência em diversos nichos, incluindo alimentos fermentados e lácteos artesanais (Doyle et al., 2012; Robinson, 2005). Essas bactérias são frequentemente identificadas na microbiota de queijos artesanais produzidos com leite cru, apresentando elevada capacidade de adaptação às variações de pH, temperatura e concentração de sais, fatores que favorecem sua permanência durante as etapas de produção e maturação (Perin et al., 2017). Apesar de contribuírem para o desenvolvimento das características sensoriais do queijo por meio da degradação de proteínas e lipídios, representantes desse gênero também são frequentemente citados na literatura em razão de suas possíveis implicações sanitárias (Camargo et al., 2021; Nero et al., 2021; Sousa et al., 2023). Essas implicações estão relacionadas ao potencial de *Enterococcus* spp. como patógenos oportunistas, capazes de causar infecções como bacteremias e endocardites, além de apresentarem resistência a antimicrobianos de relevância clínica, como a vancomicina (Franz et al., 2011). Essa característica representa um risco potencial à saúde pública; dessa forma, sua presença em queijos artesanais deve ser monitorada, visando garantir a segurança microbiológica do produto.

Além dos demais gêneros de bactérias ácido-láticas já mencionados, espécies de *Streptococcus* spp. também são frequentemente encontradas em produtos lácteos fermentados (Sousa et al., 2023). Entre elas, destaca-se *Streptococcus thermophilus*, que apresenta morfologia característica de cocos Gram-positivos, de formato esférico, organizados em cadeias curtas ou longas, não formadores de esporos e predominantemente imóveis, características que favorecem seu crescimento em ambientes ricos em lactose, como o leite e seus derivados (Doyle et al., 2012; Robinson, 2005).

No queijo do Marajó tipo creme, *Streptococcus thermophilus* tem sido identificado entre as bactérias ácido-láticas isoladas, indicando sua participação na dinâmica fermentativa e na formação das características sensoriais do produto (Figueiredo et al., 2018). Pesquisas sobre fermentação em produtos lácteos bubalinos demonstram que microrganismos termofílicos oriundos de fermentos naturais podem prevalecer durante o processo fermentativo, direcionando a acidificação e o desenvolvimento microbiano em sistemas artesanais (Ercolini et al., 2012; Penna et al., 2021; Pineda et al., 2021; Seixas et al., 2015).

Na ausência de um processo fermentativo adequado, especialmente quando não ocorre a acidificação correta do meio, o queijo torna-se mais suscetível ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Ströher et al., 2023). Nessas condições, pode ocorrer a proliferação de bactérias termotolerantes, como *Staphylococcus aureus*, frequentemente detectadas em queijos artesanais produzidos com leite cru. Esse microrganismo pode produzir enterotoxinas associadas a intoxicações alimentares, representando risco direto ao consumidor. Além disso, falhas no processo fermentativo comprometem a estabilidade microbiológica do produto, favorecem contaminações, reduzem a vida de prateleira e comprometem sua segurança (Aragão et al., 2020). De forma semelhante, espécies do gênero *Pediococcus* spp. também integram o grupo das bactérias ácido-láticas. Esses microrganismos apresentam morfologia de cocos Gram-positivos, frequentemente observados em pares ou em arranjos característicos de tétrades, não formadores de esporos e imóveis, estando associados a processos fermentativos naturais em alimentos (Doyle et al., 2012; Robinson, 2005).

A microbiota natural de alimentos fermentados apresenta elevada capacidade de acidificação e produção de metabólitos com atividade antimicrobiana, características que contribuem para a estabilidade microbiológica dos alimentos (Penna et al., 2021). Em queijos artesanais, a presença desses microrganismos está relacionada ao uso de fermentações espontâneas e à diversidade bacteriana proveniente do leite cru e do ambiente tradicional de produção, favorecendo o estabelecimento de comunidades microbianas com elevado potencial tecnológico (Ercolini et al., 2012; Figueiredo et al., 2018; Pineda et al., 2021; Seixas et al., 2015).

Outro gênero de bactéria ácido-lática associado a alimentos fermentados é *Weissela* spp., cujos representantes apresentam morfologia variável, podendo ocorrer como cocos ou bacilos curtos Gram-positivos, frequentemente dispostos de forma isolada, em pares ou em pequenas cadeias quando observados ao microscópio. São microrganismos não formadores de esporos e, geralmente, imóveis (Doyle et al., 2012; Robinson, 2005).

A microbiota natural, associada às práticas de produção e às condições higiênico-sanitárias, favorece o estabelecimento de comunidades microbianas complexas, nas quais diferentes grupos desempenham funções complementares e contribuem para a tipicidade sensorial dos queijos artesanais (Ercolini et al., 2012; Figueiredo et al., 2018; Penna et al., 2021; Pineda et al., 2021; Seixas et al., 2015).

De forma complementar, destaca-se o gênero *Leuconostoc* spp., também pertencente ao grupo das bactérias ácido-láticas heterofermentativas (Raimondi et al., 2022; Ruppitsch et al., 2021). Esse gênero é caracterizado por bactérias Gram-positivas, catalase-negativas, não formadoras de esporos e com morfologia cocóide a cocobacilar, dispostas em pares ou cadeias curtas, características que favorecem sua adaptação a diferentes matrizes alimentares (Ruppitsch et al., 2021). Sua atividade metabólica está diretamente relacionada à fermentação de carboidratos, resultando na produção de ácido lático, dióxido de carbono e compostos aromáticos que influenciam as propriedades sensoriais dos alimentos (Raimondi et al., 2022). Em matrizes lácteas, sua presença está associada à disponibilidade de nutrientes e às interações com outros microrganismos, contribuindo para a dinâmica microbiana dos queijos artesanais (Caldeira et al., 2024).

No contexto da ecologia microbiana dos queijos artesanais, *Leuconostoc* spp. integra a microbiota não starter, desempenhando papel importante no desenvolvimento das características sensoriais e tecnológicas do produto (Seixas et al., 2015). Sua atividade metabólica favorece a produção de compostos, como diacetil e acetoína, além de influenciar a textura por meio da síntese de exopolissacarídeos e da produção de dióxido de carbono (Ruppitsch et al., 2021). Estudos também indicam que cepas desse gênero apresentam potencial para aplicação como culturas adjuntas, ampliando o controle tecnológico do processo e reforçando sua relevância na ecologia microbiana dos queijos artesanais (Raimondi et al., 2022).

Esses microrganismos interagem com os componentes do leite e participam de transformações bioquímicas durante a fermentação e a maturação, contribuindo para o sabor, o aroma e a textura dos queijos artesanais (Coelho et al., 2022; Serrano et al., 2024). A microbiota também pode favorecer a segurança microbiológica pela produção de metabólitos com atividade antimicrobiana e refletir particularidades do ambiente de produção, associando-se à identidade territorial dos queijos (Nóbrega, 2012; Santamarina-García et al., 2024; Santos et al., 2023; Serrano et al., 2024).

As leveduras, representadas por gêneros como *Debaryomyces* e *Kluyveromyces*, são microrganismos eucarióticos unicelulares, geralmente ovais ou elipsoidais, que podem se reproduzir por brotamento (Kurtzman et al., 2011)). Nos queijos artesanais, participam da maturação e do desenvolvimento das características sensoriais (Penna et al., 2021), contribuindo para a formação de compostos voláteis associados ao aroma e ao sabor. Também interagem com as bactérias da microbiota e modificam as condições do alimento durante esse processo (Ercolini et al., 2012; Pineda et al., 2021).

Bactérias auxiliares na produção de derivados lácteos pertencentes ao gênero *Corynebacterium* e à família Micrococcaceae apresentam morfologia de cocos ou bacilos curtos Gram-positivos, são não formadoras de esporos e frequentemente encontradas em ambientes de processamento de alimentos, contribuindo para a composição da microbiota de derivados lácteos (Doyle et al., 2012; Robinson, 2005).

Espécies do gênero *Kocuria* spp., pertencentes à família Micrococcaceae, também podem ser encontradas em comunidades microbianas associadas aos queijos artesanais (Penna et al., 2021). Esses microrganismos estão frequentemente relacionados ao ambiente de produção e podem participar das transformações bioquímicas que ocorrem durante a maturação, contribuindo para a formação de compostos que influenciam o aroma e o sabor do produto (Pineda et al., 2021; Seixas et al., 2015).

Fatores determinantes da microbiota

A microbiota dos queijos resulta da interação entre diferentes fontes microbianas e fatores tecnológicos ao longo da produção, formando um ecossistema alimentar dinâmico. Nesse contexto,

comunidades provenientes da matéria-prima, do ambiente e das etapas de processamento participam das transformações bioquímicas responsáveis pelas características sensoriais do produto (Martins et al., 2018). Adicionalmente, estudos baseados em análises microbiológicas demonstram elevada diversidade microbiana e reorganizações das comunidades ao longo da maturação (Kamimura et al., 2020). Além disso, investigações recentes indicam que os ambientes de produção apresentam microbiomas próprios capazes de influenciar a composição microbiana dos queijos (Filippis et al., 2024).

No que se refere à matéria-prima, o leite cru constitui a principal fonte inicial de microrganismos envolvidos na fermentação dos queijos, apresentando microbiota diversificada composta principalmente por bactérias ácido-láticas e outros microrganismos associados ao animal e ao ambiente de ordenha (Hosken et al., 2023). Entretanto, essa composição microbiana pode variar em função do manejo do rebanho, da alimentação dos animais e das condições sanitárias da produção (Wilson et al., 2024). Consequentemente, tais variações influenciam a sucessão microbiana durante a fabricação, uma vez que os microrganismos presentes no leite constituem o ponto de partida para o desenvolvimento das comunidades microbianas do queijo (Parente et al., 2022).

O ambiente de produção também contribui para a formação da microbiota dos queijos. Superfícies de equipamentos, utensílios, ar ambiente e a manipulação humana podem atuar como reservatórios de microrganismos capazes de colonizar o produto durante o processamento. Nesse sentido, estudos indicam que cada unidade produtiva apresenta comunidades microbianas próprias, influenciadas pelas condições estruturais e pelas práticas de higiene adotadas (Kamimura et al., 2020). Esses microrganismos podem aumentar a diversidade microbiana do queijo quando incluem espécies fermentativas adaptadas ao ambiente produtivo (Filippis et al., 2024). Contudo, também podem representar fonte de microrganismos deteriorantes ou patogênicos quando não há controle sanitário adequado (Ferreira et al., 2017).

De maneira complementar, as etapas do processamento tecnológico exercem papel seletivo sobre a microbiota do queijo. Procedimentos como coagulação e maturação promovem alterações nas condições físico-químicas do alimento (Martins et al., 2018). Essas mudanças no pH, na atividade de água e na disponibilidade de nutrientes favorecem o desenvolvimento de determinados grupos microbianos ao longo da produção (Habiba et al., 2025). Dessa forma, estudos realizados com queijos produzidos a partir de leite de búfala demonstram que essa sucessão microbiana também ocorre durante as diferentes etapas de fabricação (Levante et al., 2023).

No caso específico dos queijos produzidos com leite de búfala, a composição da matéria-prima também influencia o desenvolvimento microbiano, uma vez que o leite bubalino apresenta maiores teores de gordura, proteína e sólidos totais em comparação ao leite bovino (Tabela 2). Essas características modificam a matriz do queijo e podem favorecer a atividade metabólica de determinados microrganismos durante a fermentação. Consequentemente, pesquisas demonstram que a interação entre os microrganismos naturais do leite e as culturas iniciadoras pode originar comunidades microbianas específicas, características desse tipo de produto (Levante et al., 2023).

Tabela 2. Características físico-químicas do leite bovino e bubalino

Parâmetros	**Leite bovino, *Bos taurus***	**Leite bubalino, *Bubalus bubalis***
Umidade, %	87,5	82,5
Gordura, %	4,1 a 5,0	6,4 a 8,0
Lactose, %	4,8	5,0 a 5,63
Caseína, %	2,9	4 a 5
Vitamina A, µg RE/100 g	46	69
Biotina, µg/100 g	2,0	13
Extrato seco total, %	Mín. 11,5	17,5
pH	6,65	6,43 - 6,80

Fonte: Lima (2024); Lima et al. (2026); Medhammar et al. (2012).

Por fim, fatores ambientais regionais também exercem influência sobre a microbiota dos queijos, especialmente em sistemas artesanais, uma vez que condições climáticas, como temperatura elevada, umidade e diversidade microbiana ambiental, podem afetar tanto a microbiota do leite quanto os microrganismos presentes nas instalações de produção (Kamimura et al., 2020). No contexto amazônico, essas condições podem favorecer o estabelecimento de comunidades microbianas distintas, associadas aos sistemas produtivos locais (Filippis et al., 2024). Dessa maneira, a diversidade microbiana observada

nos queijos reforça que a interação entre ambiente, matéria-prima e processamento pode resultar em microbiotas características do território de produção (Kamimura et al., 2020).

Sucessão microbiana durante a produção

A sucessão microbiana durante a produção de queijos corresponde à mudança gradual das comunidades microbianas ao longo das etapas de fabricação, processo determinado pela adaptação dos microrganismos às condições do alimento. Inicialmente, predominam microrganismos provenientes da matéria-prima e do ambiente de produção, os quais colonizam a matriz alimentar e iniciam transformações metabólicas que modificam o sistema (Sun & D'Amico, 2021). Essas transformações alteram parâmetros físico-químicos, como pH e disponibilidade de nutrientes, criando condições que favorecem grupos microbianos mais adaptados ao ambiente em formação (Korena et al., 2023). Dessa forma, a sucessão microbiana ocorre como resultado da reorganização progressiva das comunidades ao longo do processo produtivo (Galli et al., 2024). Nas fases iniciais da produção, predominam microrganismos capazes de crescer rapidamente no substrato disponível, principalmente bactérias ácido-láticas, cuja atividade metabólica promove a acidificação do meio e reduz o crescimento de microrganismos sensíveis às novas condições ambientais (Pasquale et al., 2014). Essa redução do pH ocorre de forma eficiente, passando de aproximadamente 6,6 no leite fresco para valores entre 4,5 e 5,5, atuando como importante mecanismo seletivo que direciona a estrutura da microbiota durante as primeiras etapas da fermentação (Campos et al., 2021). Além disso, estudos indicam que a velocidade dessas alterações ambientais influencia diretamente a composição das comunidades microbianas que permanecem no sistema (Tsouggou et al., 2026).

À medida que a produção avança, ocorrem mudanças adicionais na composição microbiana, associadas principalmente às modificações do ambiente alimentar provocadas pelos próprios microrganismos. Metabólitos resultantes da fermentação, como ácidos orgânicos e compostos derivados da degradação de proteínas e lipídios, alteram a disponibilidade de nutrientes no sistema (Mayo et al., 2021). Nesse contexto, microrganismos capazes de metabolizar substratos mais complexos tendem a se estabelecer no alimento, promovendo a substituição gradual das populações iniciais por comunidades metabolicamente especializadas (Campos et al., 2021). Durante a maturação ocorre uma etapa mais avançada da sucessão microbiana, caracterizada pela reorganização das comunidades e pelo estabelecimento de interações ecológicas entre diferentes microrganismos. Nessa fase, processos de cooperação metabólica e competição por nutrientes contribuem para a relativa estabilização da microbiota (Sun & D'Amico, 2021). Além disso, os microrganismos presentes participam da degradação de proteínas e lipídios, originando compostos aromáticos importantes para o desenvolvimento das características sensoriais do queijo (Rodríguez et al., 2025).

De modo geral, os estudos analisados indicam que a sucessão microbiana durante a produção e a maturação resulta da interação entre fatores ecológicos, metabólicos e tecnológicos. Enquanto alguns autores destacam o papel das alterações físico-químicas do alimento na seleção das comunidades microbianas (Korena et al., 2023), outros enfatizam a importância das interações entre os microrganismos na organização dessas comunidades ao longo do tempo (Sun & D'Amico, 2021). Assim, a literatura demonstra que a sucessão microbiana representa um processo ecológico dinâmico que estrutura progressivamente a microbiota responsável pelas transformações do alimento durante a maturação (Coelho et al., 2022; Rodríguez et al., 2025).

***Terroir* microbiano e identidade territorial**

O *terroir* microbiano aplicado aos queijos refere-se à influência das comunidades microbianas específicas de um território na formação das características sensoriais do produto, diferentemente da concepção tradicional de *terroir*, normalmente associada apenas a fatores geográficos e climáticos (Peraza & Perron, 2022). Estudos demonstram que os microrganismos presentes no ambiente de produção também contribuem para a identidade dos alimentos fermentados. Comunidades provenientes do solo, do ar, dos utensílios e da matéria-prima podem estabelecer microbiotas características de determinadas regiões produtoras (Wolfe et al., 2014). Nesse contexto, análises baseadas em sequenciamento indicam que ambientes de produção apresentam assinaturas microbianas próprias, capazes de influenciar a diversidade e a estrutura das comunidades presentes nos queijos (Irlinger et al.,

2024; Kamimura et al., 2019). Além da influência ambiental, o *terroir* microbiano também está relacionado à interação entre fatores ecológicos e práticas produtivas locais. Condições de manejo dos animais, características do leite e métodos de fabricação podem favorecer o estabelecimento de determinadas comunidades microbianas durante a produção e a maturação do queijo (Peraza & Perron, 2022). Estudos comparativos entre diferentes sistemas produtivos indicam que essas comunidades podem variar significativamente entre territórios, evidenciando a identidade microbiológica de cada alimento (Fontana et al., 2023; Martin et al., 2023). Por fim, o *terroir* microbiano também envolve as interações ecológicas estabelecidas entre os microrganismos ao longo da fermentação e da maturação do queijo. Processos como cooperação metabólica, competição por nutrientes e adaptação às condições do alimento contribuem para a organização das comunidades microbianas (Wolfe et al., 2014). Irlinger et al. (2024) relataram que a diversidade microbiana observada em queijos regionais resulta da interação entre fatores ambientais, práticas produtivas e dinâmica ecológica das comunidades microbianas. Dessa forma, o conceito de *terroir* microbiano permite compreender como as condições locais de produção influenciam a diversidade microbiana e contribuem para a singularidade sensorial dos queijos.

Comparação com outros queijos artesanais

A análise comparativa da microbiota de diferentes queijos artesanais brasileiros evidencia variações significativas na composição e na distribuição dos principais gêneros bacterianos, conforme ilustrado na tabela 3. O queijo do Marajó, produzido a partir de leite de búfala, apresenta um perfil microbiológico distinto, caracterizado por maior participação de *Streptococcus* (22%) e menor proporção de *Lactococcus* (9%), diferindo de outros queijos artesanais, nos quais há predominância deste último gênero (Figueiredo et al., 2018; Kamimura et al., 2019). Essa configuração sugere que, embora as bactérias ácido-láticas sejam comuns a esses produtos, sua composição e abundância relativa variam conforme o sistema produtivo, influenciando diretamente as características finais do queijo (Montel et al., 2014).

Tabela 3. Distribuição de gêneros bacterianos em queijos artesanais de diferentes regiões do Brasil.

Identidade	Marajó, Pará	Canastra, Minas Gerais	Colonial, Rio grande do sul/Santa Catarina
Descrição	Leite de búfala cru; textura cremosa e macia de cor branca; sabor ácido e salgado.	Leite de vaca cru e "pingo"; massa amanteigada semidura; cor branca amarelada; sabor ligeiramente ácido.	Leite bovino cru; massa crua ou semicozida; massa macia amarelada e sabor levemente picante.
Bactérias ácido-láticas, Gênero, %	*Lactococcus:* 9% *Streptococcus:* 22%	*Lactobacillus*: 37, 5% *Lactococcus:* 34, 2 % *Enterococcus*: 21, 5 %	*Lactococcus:* 45,87% *Leuconostoc:* 5, 59%

Fonte: Abreu (2022), Kamimura et al. (2019), Koide (2022).

Fatores como ambiente de criação, manejo, estado fisiológico dos animais e interação com o solo contribuem para a modulação da microbiota do leite bubalino, favorecendo perfis bacterianos específicos em produtos artesanais da região amazônica (Bernardes, 2013; Figueiredo et al., 2018; Lima et al., 2026; Scannone, 1997). Dessa forma, a singularidade do queijo do Marajó pode estar associada não apenas ao uso do leite de búfala, mas também às interações ecológicas entre animal, ambiente e manejo.

No queijo Canastra, observa-se o predomínio de *Lactobacillus* (37,5%), com participação equilibrada de *Lactococcus* (34,2%) e *Enterococcus* (21,5%), evidenciando elevada diversidade microbiana (Abreu, 2023). As diferenças observadas entre os queijos podem ser explicadas pela interação entre matéria-prima, ambiente e tecnologia de produção (Figueiredo, 2014; Figueiredo et al., 2018). Em contrapartida, o queijo Colonial, produzido na Região Sul, tende a apresentar microbiota mais estável, com predominância de *Lactococcus* (45,87%) e menor proporção de *Leuconostoc* (5,59%), refletindo processos produtivos mais consolidados (Isidorio, 2019; Koide, 2022).

Além disso, a dinâmica de transformação das comunidades microbianas ao longo do processamento também contribui para essas diferenças. Alterações nas condições físico-químicas, como a redução do pH e as mudanças na atividade de água, promovem a seleção progressiva de microrganismos mais adaptados, resultando em perfis microbiológicos distintos ao final da produção (Pasquale et al., 2014; Wolfe et al., 2014). Dessa forma, a diversidade observada entre os queijos analisados reforça que a microbiota constitui um elemento central na definição das características tecnológicas e sensoriais dos queijos artesanais (Montel et al., 2014).

Perspectivas e desafios

A produção científica sobre a ecologia microbiana dos queijos do Marajó ainda apresenta limitações relevantes, sobretudo quanto à profundidade metodológica e à abrangência analítica. A maioria dos estudos prioriza a caracterização físico-química e a quantificação de microrganismos indicadores, restringindo a compreensão da diversidade microbiana e das interações ecológicas envolvidas no processo produtivo (Myazaki et al., 2024). Embora essas análises contribuam para o controle higiênico-sanitário, elas não permitem compreender plenamente a complexidade da microbiota, diferentemente de abordagens mais recentes que evidenciam a influência da origem geográfica, da matéria-prima e das práticas produtivas sobre a composição microbiana (Kothe et al., 2022).

Diante dessas limitações, evidencia-se a necessidade de aprofundar as investigações sobre a estrutura e a função da microbiota ao longo da fermentação e da maturação. A escassez de estudos dificulta a compreensão das interações microbianas e de seus impactos sobre as características finais do queijo, especialmente em sistemas artesanais com elevada variabilidade produtiva (Félix, 2012). Nesse cenário, destaca-se que a compreensão da ecologia microbiana dos queijos do Marajó requer a integração entre metodologias clássicas e moleculares, uma vez que abordagens tradicionais baseadas em testes fenotípicos e bioquímicos apresentam limitações na identificação precisa da microbiota (Ferreira, 2016). Técnicas moleculares, como a reação em cadeia da polimerase (*Polymerase Chain Reaction* – PCR) e o sequenciamento do gene ribossomal 16S rRNA, ampliam a capacidade de detecção microbiana e evidenciam a complexidade desses ecossistemas. Além disso, a combinação de métodos dependentes e independentes de cultivo possibilita uma caracterização mais abrangente das comunidades microbianas (Perin et al., 2017).

Portanto, a utilização isolada de uma única abordagem metodológica limita a compreensão das interações ecológicas e das funções desempenhadas pelos microrganismos ao longo do processo produtivo, especialmente em produtos artesanais com microbiota autóctone, como o queijo do Marajó (Ferreira, 2016). Kamimura et al. (2019), demonstram que a diversidade microbiana influencia diretamente as características sensoriais, tecnológicas e a segurança microbiológica dos queijos, reforçando a necessidade de abordagens integradas para uma compreensão mais completa desse ecossistema e para o avanço do conhecimento científico na área.

Considerações finais

A literatura reunida nesta revisão indica que os queijos do Marajó apresentam comunidades microbianas influenciadas pela matéria-prima, pelas condições ambientais e pelas práticas tradicionais de produção. As bactérias ácido-láticas, as leveduras e outros microrganismos participam das transformações que contribuem para as características sensoriais e tecnológicas desses produtos. Entretanto, a preservação dessa diversidade deve ser acompanhada de boas práticas de fabricação e de controle higiênico-sanitário.

A compreensão da ecologia microbiana pode subsidiar estratégias de controle de qualidade que conciliem a segurança dos alimentos com a manutenção da identidade dos queijos do Marajó, contribuindo para sua valorização como patrimônio cultural e gastronômico da região.

Entre os estudos analisados, ainda são limitadas as investigações sobre a diversidade e as funções das comunidades microbianas, com maior atenção à caracterização microbiológica básica e à qualidade higiênico-sanitária. São necessárias pesquisas que integrem técnicas moleculares e avaliações funcionais para esclarecer a participação desses microrganismos na produção e nas características dos queijos do Marajó.

Referências

Abreu, D. J. M. (2022). *Queijo Minas Artesanal da Canastra: Inocuidade e Transformações Durante a Maturação*. Universidade Federal de Lavras.

ADEPARÁ. (2013). *Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará* (Portaria 418).

ANVISA. (2025). *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*.

Aragão, B. B., Trajano, S. C., Silva, J. G., Oliveira, J. M. B., Santos, A. S., Melo, R. P. B., Peixoto, R. M., & Mota, R. A. (2020). Avaliação da contaminação por Staphylococcus aureus em queijo coalho

artesanal elaborado com leite de cabra produzido no estado de Pernambuco. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *72*(2), 615–622. https://doi.org/10.1590/1678-4162-10723.

Barreto, M. L. J., Rangel, A. H. N., Araújo, V. M., Bezerra, K. C., Medeiros, H. R., Oliveira, J. P. F., & Andarde, K. D. (2010). Análise de correlação entre a contagem de células somáticas (CCS), a produção, o teor de gordura, proteína e extrato seco total do leite bubalino. *Agropecuária Científica No Semi-Árido*, *6*(2), 47–53. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v6i2.75.

Bernardes, O. (2013). Produção de Búfalas Leiteiras. *Anais Do IV Simpósio Nacional de Bovinocultura Leiteira (Simleite),1*(1), 279–316.

Blaskovsky, C., Silva, I. M., Caldas, R. L., & Maia, J. (2010). Avaliação primária da infra-estrutura para implementação de indústria de beneficiamento de "queijo do Marajó" no município de Cachoeira do Arari-PA. *Revista Ingepro*, *2*(1), 52–59.

Brasil (2019). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 331, de 3 de novembro de 2019.

Brasil (2020). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Desenvolvimento local e valorização da identidade territorial: abordagem da CIG/MAPA para promover com qualidade vinculada à origem geográfica. Brasília: MAPA/AECE.

Brasil (2022). Decreto no 11.099, de 21 de junho de 2.022. Regulamenta lei 14.216, de 7 de outubro de 2021.

Brito, J. C. B., & Martins, D. L. (2023). Revisão sistemática da literatura na Ciência da Informação: uma descrição detalhada dos passos metodológicos. *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, *14*(2), 24. https://doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v14i2p24-47.

Caldeira, L. A., Valente, G. L. C., Barbosa, C. D., Braga, D. E., Monção, F. P., Fonseca, L. M., Souza, M. R., & Gloria, M. B. A. (2024). Profile of lactic acid bacteria (MALDI-TOF-MS) and physico-chemical and microbiological characteristics of the raw milk and fresh artisanal cheese from Serra Geral, Minas Gerais, Brazil. *Food Research International*, *176*, 113831. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113831.

Camargo, A. C., Araújo, J. P. A., Fusieger, A., Carvalho, A. F., & Nero, L. A. (2021). Microbiological quality and safety of Brazilian artisanal cheeses. *Brazilian Journal of Microbiology*, *52*(1), 393–409. https://doi.org/10.1007/s42770-020-00416-9.

Campos, G. Z., Lacorte, G. A., Jurkiewicz, C., Hoffmann, C., Landgraf, M., Franco, G. M., Bernadette Dora, & Pinto, U. M. (2021). Microbiological characteristics of canastra cheese during manufacturing and ripening. *Food Control*, *121*, 107598. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107598.

Carvalhal, M. V. L., & Costa, F. O. (2018). Produção e bem-estar de búfalas (Bubalus bubalis) leiteiras: uma revisão. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, *16*, 1–10.

Choi, J., Lee, S. I., Rackerby, B., Goddik, L., Frojen, R., Ha, S. Do, Kim, J. H., & Park, S. H. (2020). Microbial communities of a variety of cheeses and comparison between core and rind region of cheeses. *Journal of Dairy Science*, *103*(5), 4026–4042. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17455.

Coelho, M. C., Malcata, F. X., & Silva, C. C. G. (2022). Lactic Acid Bacteria in Raw-Milk Cheeses: From Starter Cultures to Probiotic Functions. *Foods*, *11*(15). https://doi.org/10.3390/foods11152276.

Cruz, B. E. V., Nascimento, E. C., Cruz, F. T., & Calvi, M. F. (2020). Redes sociais e preservação dos modos de produção de queijos artesanais da Ilha do Marajó, PA. *Redes*, *25*(2). https://doi.org/10.17058/redes.v25i2.14855.

Cruz, B. E. V., Dias, A. L. C., Souza, A. C. S., Santos, J., & Pinheiro, G. S. (2015). A identificação geográfica para o queijo do Marajó com estratégia de desenvolvimento territorial para a microrregião do Arari-Marajó, PA. *Cadernos de Prospecção*, *8*(1). https://doi.org/10.9771/s.cprosp.2015.001.018.

Doyle, M. P., Beuchat, L. R., & Montiville, T. J. (2012). *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. American Society for Microbiology.

EMBRAPA. (2021). Queijos artesanais brasileiros. *Serviço Brasileiro de Apoio Às Micro e Pequenas Empresas*.

Ercolini, D., Filippis, F., Storia, A., & Iacono, M. (2012). "Remake" by high-throughput sequencing of the microbiota involved in the production of water Buffalo mozzarella cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, *78*(22). https://doi.org/10.1128/AEM.02218-12.

FAPESPAS. (2023). Tabela 45: Efetivo de rebanho por tipo 2022 - RI Marajó. In *Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas* (Vol. 1, Number 1).

Farias, A. P. S. (2022). Indicações Geográficas na Amazônia Paraense: para além do desenvolvimento territorial da IG do Queijo do Marajó, na Microrregião do Arari/PA. In *TESE*.

Félix, M. R. (2012). *Caracterização físico-química e microbiológica de Queijo do Marajó tipo Creme e Manteiga em duas estações do ano*. Universidade Federal de Viçosa.

Ferreira, A. A. (2016). *Biodiversity of lactic acid bacteria and preserving by freeze and spray drying of Lactobacillus plantarum from Marajó cheese*. Universidade Federal de Viçosa.

Ferreira, A. A., Huang, S., Perrone, T., Schuck, P., Jan, G., & Carvalho, A. F. (2017). Tracking Amazonian cheese microbial diversity: Development of an original, sustainable, and robust starter by freeze drying/spray drying. *Journal of Dairy Science*, *100*(9), 6997–7006. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12418.

Figueiredo, E. L. (2014). *Enterococcus isolados do queijo do Marajó, tipo creme: caracterização tecnológica, cinética de multiplicação, capacidade de adesão e resistência a sanitizantes*. Universidade Federal de Viçosa.

Figueiredo, E. L., Andrade, N. J., Pires, A. C. S., Peña, W. E. L., & Figueiredo, H. M. (2018). Aspectos microbiológicos e higienicossanitários do queijo do Marajó, de leite de búfala: uma revisão. *Brazilian Journal of Food Research*, *9*(4). https://doi.org/10.3895/rebrapa.v9n4.7590.

Filippis, F., Valentino, V., Yap, M., Cabrera-Rubio, R., Barcenilla, C., Carlino, N., Cobo-Díaz, J. F., Quijada, N. M., Calvete-Torre, I., Ruas-Madiedo, P., Sabater, C., Sequino, G., Pasolli, E., Wagner, M., Margolles, A., Segata, N., Álvarez-Ordóñez, A., Cotter, P. D., & Ercolini, D. (2024). Microbiome mapping in dairy industry reveals new species and genes for probiotic and bioprotective activities. *NPJ Biofilms and Microbiomes*, *10*(1), 1–16. https://doi.org/10.1038/s41522-024-00541-5.

Fontana, F., Longhi, G., Alessandri, G., Lugli, G. A., Mancabelli, L., Tarracchini, C., Viappiani, A., Anzalone, R., Ventura, M., Turroni, F., & Milani, C. (2023). Multifactorial Microvariability of the Italian Raw Milk Cheese Microbiota and Implication for Current Regulatory Scheme. *Msystems*, *8*(1), 1–16. https://doi.org/10.1128/msystems.01068-22.

Franz, C. M. A. P., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W., & Gálvez, A. (2011). Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *International Journal of Food Microbiology*, *151*(2), 125–140. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014.

Freitas, B. F. de, Castro, C. S., Alves, E. L., Mota, E. M. B., Brito, I. E., Miranda, M. A., Muniz, N. D., Lopes, P. C., Souza, T. L. P., Oliveira, T. P., & Aquino, R. L. (2023). O uso dos operadores como estratégia de busca em revisões de literatura científica. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, *5*(3), 652–664. https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n3p652-664.

Frétin, M., Martin, B., Rifa, E., Isabelle, V. M., Pomiès, D., Ferlay, A., Montel, M. C., & Delbès, C. (2018). Bacterial community assembly from cow teat skin to ripened cheeses is influenced by grazing systems. *Scientific Reports*, *8*(1), 1. https://doi.org/10.1038/s41598-017-18447-y.

Galli, B. D., Nikoloudaki, O., Granehäll, L., Carafa, I., Pozza, M., Marchi, M., Gobbetti, M., & Cagno, R. (2024). Comparative analysis of microbial succession and proteolysis focusing on amino acid pathways in Asiago-PDO cheese from two dairies. *International Journal of Food Microbiology*, *411*. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110548.

Habiba, M. U., Augustin, M. A., Varela, C., Morris, H., Rahman, M., & Bozkurt, H. (2025). Probiotic Dairy Innovations: Exploring Buffalo Milk Potential for Food Product Development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *24*(4), e70236. https://doi.org/10.1111/1541-4337.70236.

Hosken, B. O., Pereira, G. V. M., Lima, T. T. M., Ribeiro, J. B., Magalhães Júnior, W. C. P., & Martin, J. G. P. (2023). Underexplored Potential of Lactic Acid Bacteria Associated with Artisanal Cheese Making in Brazil: Challenges and Opportunities. *Fermentation*, *9*(5), 409. https://doi.org/10.3390/fermentation9050409.

IBGE. (2025). Produção agropecuária: bubalinos. In *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas* (Vol. 1, Number 1). IBGE.

Irlinger, F., Mariadassou, M., Dugat-Bony, E., Rué, O., Neuvéglise, C., Renault, P., Rifa, E., Theil, S., Loux, V., Cruaud, C., Gavory, F., Barbe, V., Lasbleiz, R., Gaucheron, F., Spelle, C., & Delbès, C. (2024). A comprehensive, large-scale analysis of "terroir" cheese and milk microbiota reveals profiles strongly shaped by both geographical and human factors. *ISME Communications*, *4*(1), 1–14. https://doi.org/10.1093/ismeco/ycae095.

Isidorio, W. R. (2019). *Caracterização da microbiota de queijos artesanais provenientes da Serra da Canastra - MG e da cultura iniciadora natural utilizada em sua produção*. Universidade de São Paulo.

Kamimura, B. A., Cabral, L., Noronha, M. F., Baptista, R. C., Nascimento, H. M., & Sant'Ana, A. S. (2020). Amplicon sequencing reveals the bacterial diversity in milk, dairy premises and Serra da

Canastra artisanal cheeses produced by three different farms. *Food Microbiology*, *89*, 103453. https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103453.

Kamimura, B. A., Filippis, F., Sant'Ana, A. S., & Ercolini, D. (2019). Large-scale mapping of microbial diversity in artisanal Brazilian cheeses. *Food Microbiology*, *80*, 40–53. https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.12.014.

Koide, G. B. (2022). *Caracterização microbiológica do queijo Colonial artesanal de Seara-SC baseada em metodologias clássicas e metataxonômica*. Universidade Federal de Santa Catarina.

Korena, K., Krzyzankova, M., Florianova, M., Karasova, D., Babak, V., Strakova, N., & Juricova, H. (2023). Microbial Succession in the Cheese Ripening Process—Competition of the Starter Cultures and the Microbiota of the Cheese Plant Environment. *Microorganisms*, *11*(7), 1735. https://doi.org/10.3390/microorganisms11071735.

Kothe, C. I., Mohellibi, N., & Renault, P. (2022). Revealing the microbial heritage of traditional Brazilian cheeses through metagenomics. *Food Research International*, *157*. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111265.

Kurtzman, C. P., Fell, J. W., & Boekhout, T. (2011). The Yeasts: A Taxonomic Study. In *Elsivier* (5 Ed.). Elsevier.

Levante, A., Bertani, G., Marrella, M., Mucchetti, G., Bernini, V., Lazzi, C., & Neviani, E. (2023). The microbiota of Mozzarella di Bufala Campana PDO cheese: a study across the manufacturing process. *Frontiers in Microbiology*, *14*, 1–13. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1196879.

Lima, A. L. A. (2024). *Microbioma de Búfalas Leiteiras: Estudo da Interação com o Bezerro e Ambiente ao Desenvolvimento de Resistência Bacteriana.* Universidade Federal Rural do Pará.

Lima, A. L. A., Costa, S. S., Reis, R. S., Souza, D. C., Baião, G. C., Moreira, R. G., Rogez, H. L. G., Graças, D. A., Viana, R. B., & Marques, J. M. (2026). Age Influences the Bacterial Composition of Samples from Buffaloes in the Marajó Archipelago, Pará, Brazilian Amazon. *Environmental Microbiology Reports*, *18*(3), 1–14. https://doi.org/10.1111/1758-2229.70330.

Martin, J. G. P., Silva, J. M. M., César, I. C. da R., Silva, M., Santana, S. A., Veloso, T. G. R., Silva, J. G., Ferreira, C. L. L. F., Leech, J., & Cotter, P. D. (2023). Seasonal variation in the Canastra cheese mycobiota. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 1–8. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1076672.

Martins, M. C. F., Freitas, R., Deuvaux, J. C., Eller, M. R., Nero, L. A., & Carvalho, A. F. (2018). Bacterial diversity of artisanal cheese from the Amazonian region of Brazil during the dry and rainy seasons. *Food Research International*, *108*, 295–300. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.060.

Mayo, B., Rodríguez, J., Vázquez, L., & Flórez, A. B. (2021). Microbial interactions within the cheese ecosystem and their application to improve quality and safety. *Foods*, *10*(3), 1. https://doi.org/10.3390/foods10030602.

Medhammar, E., Wijesinha-Bettoni, R., Stadlmayr, B., Nilsson, E., Charrondiere, U. R., & Burlingame, B. (2012). Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: A biodiversity perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 92*(3), 445–474. https://doi.org/10.1002/jsfa.4690.

Melo, S. S. C., Barradas, F. E. C., Sousa, L. N. O., Costa, M. D., Souza Júnior, P. N., Bezerra, K. A. S., & Barroso, M. T. C. (2024). Estratégia de marketing para a indicação geográfica Queijo do Marajó. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, *17*(8). https://doi.org/10.55905/revconv.17n.8-138.

Moher, D., Liberati, A., Tetzaff, J., & Altman, D. G. (2015). Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, *24*(2), 335–342. https://doi.org/10.5123/s1679-49742015000200017.

Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, *177*, 136–154. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019.

Myazaki, N. L., Cardoso, M. F., & Verruck, S. (2024). Metataxonomic analysis of bacterial and fungal communities in colonial cheese. *Food Science and Technology*, *44*, 1–9. https://doi.org/10.5327/fst.00153.

Nascimento, E. C., Cruz, B. E. V., & Calvi, M. F. (2019). Queijos diferentes, origem geográfica comum: história e tradição da produção dos queijos do Marajó. *Ateliê Geográfico*, *13*(3), 190–208. https://doi.org/10.5216/ag.v13i3.57694.

Nero, L. A., Andretta, M., Almeida, T. T., Ferreira, L. R., Camargo, A. C., Yamatogi, R. S., Carvalho, A. F., & Call, D. R. (2021). Lactic microbiota of the minas artisanal cheese produced in the serro region, Minas Gerais, Brazil. *LWT*, *148*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111698.

Neviani, E., Gatti, M., Gardini, F., & Levante, A. (2025). Microbiota of Cheese Ecosystems: A Perspective on Cheesemaking. *Foods*, *14*(5), 830. https://doi.org/10.3390/foods14050830.

Nóbrega, J. E. (2012). *Biodiversidade microbiana, descritores físico-químicos e sensoriais dos queijos artesanais fabricados nas regiões da Serra da Canastra e do Serro, Minas Gerais*. Universidade Federal de Viçosa.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, e112. https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

Parente, E., Zotta, T., & Ricciardi, A. (2022). A review of methods for the inference and experimental confirmation of microbial association networks in cheese. *International Journal of Food Microbiology*, *368*, 109618. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109618.

Pasquale, I., Cagno, R., Buchin, S., Angelis, M., & Gobbetti, M. (2014). Microbial ecology dynamics reveal a succession in the core microbiota involved in the ripening of pasta filata Caciocavallo Pugliese cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, *80*(19), 6243–6255. https://doi.org/10.1128/AEM.02097-14.

Penna, A. L. B., Gigante, M. L., & Todorov, S. D. (2021). Artisanal brazilian cheeses—history, marketing, technological and microbiological aspects. In *Foods* (Vol. 10, Number 7). https://doi.org/10.3390/foods10071562

Peraza, R., & Perron, G. G. (2022). Investigating the microbial terroir of fermented foods produced in a professional kitchen. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *28*, 100509. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100509.

Pereira, B. P., Schneider Neto, R., Pinto, A. T., & Schmidt, V. (2016). Avaliação da qualidade microbiológica do queijo artesanal Serrano. *Higiene Alimentar*, *30*(260/261), 130–134.

Perin, L. M., Sardaro, M. L. S., Nero, L. A., Neviani, E., & Gatti, M. (2017). Bacterial ecology of artisanal Minas cheeses assessed by culture-dependent and -independent methods. *Food Microbiology*, *65*, 160–169. https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.02.005.

Pierre Júnior, G. L., Jacinto, D. C., Rosa, S., Nogueira, C. J., Ferreira, F. G., & Mello, D. (2024). Considerações metodológicas para o desenvolvimento de estudos de revisão sistemática. *Journal of Physical Education*, *93*(2), 65–77. https://doi.org/10.37310/ref.v93i2.2988.

Pineda, A. P. A., Campos, G. Z., Pimentel-Filho, N. J., Franco, B. D. G. M., & Pinto, U. M. (2021). Brazilian Artisanal Cheeses: Diversity, Microbiological Safety, and Challenges for the Sector. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 12). https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.666922

Pinto, M. R. M., Teixeira, M. F., Sarmento, R. C., Magalhães Neto, G., & Figueiredo, E. L. (2016). Avaliação microbiológica de queijo do Marajó tipo creme, de leite de búfala, elaborado em queijarias da Ilha do Marajó, Pará. *Scientia Plena*, *12*(6). https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.069908.

Raimondi, S., Candeliere, F., Amaretti, A., Costa, S., Vertuani, S., Spampinato, G., & Rossi, M. (2022). Phylogenomic analysis of the genus Leuconostoc. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 1–12. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.897656.

Resende, M. F. A., Costa, H. H. S., Andrade, E. H. P., Acórcio, L. B., Drumond, A. F., Cunha, A. F., Nunes, A. C., Moreira, J. L. S., Penna, C. F. A., & Souza, M. R. (2010). Queijo Minas artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas características físico-químicas e microbiológicas. *Universidade Federal de Minas*, 1567–1573. https://doi.org/10.1590/s102-09352011000600039.

Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., Blunt, H., Brigham, T., Chang, S., Clark, J., Conway, A., Couban, R., de Kock, S., Farrah, K., Fehrmann, P., Foster, M., Fowler, S. A., Glanville, J., … Young, S. (2021). PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews. *Systematic Reviews*, *10*(1). https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z.

Reuben, R. C., Langer, D., Eisenhauer, N., & Jurburg, S. D. (2023). Universal drivers of cheese microbiomes. *IScience*, *26*(1), 105744. https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105744.

Rezende, P. H. L., Mendonça, E. P., Melo, R. T., Coelho, L. R., Monteiro, G. P., & Rossi, D. A. (2010). Aspectos sanitários do queijo minas artesanal comercializado em feiras livres. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, *65*(377), 36–42.

Robinson, R. K. (2005). Dairy microbiology handbook: The microbiology of milk and milk products. In *Dairy Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products*.

Rodríguez, J., Suárez, P. R., Vázquez, L., Flórez, A. B., Vivar-Quintana, A. M., & Mayo, B. (2025). Metataxonomic profiling of microbial communities and metabolic analyses of the traditional Spanish raw cow's milk cheese 'Casín' from manufacture to ripening. *Frontiers in Microbiology*, *16*, 1–17. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1722502.

Ruppitsch, W., Nisic, A., Hyden, P., Cabal, A., Sucher, J., Stöger, A., Allerberger, F., & Martinović, A. (2021). Genetic diversity of leuconostoc mesenteroides isolates from traditional montenegrin brine cheese. *Microorganisms*, *9*(8), 1–17. https://doi.org/10.3390/microorganisms9081612.

Santamarina-García, G., Yap, M., Crispie, F., Amores, G., Lordan, C., Virto, M., & Cotter, P. D. (2024). Shotgun metagenomic sequencing reveals the influence of artisanal dairy environments on the microbiomes, quality, and safety of Idiazabal, a raw ewe milk PDO cheese. *Microbiome*, *12*(1), 1–23. https://doi.org/10.1186/s40168-024-01980-0.

Santos, E. D., Núncio, A. S. P., Zanella, R., Dickel, E. L., Ritterbusch, G. A., Pilotto, F., Rodrigues, L. B., Freitas, C. P., & Santos, L. R. (2023). Bacterial communities in artisanal raw bovine milk cheeses from the southern region of Brazil. *Ciencia Rural*, *53*(9), 1–9. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220306.

Scannone, P. (1997). Consideraciones en el manejo de búfalos. II Jornadas de Actualización en Medicina y Producción de Rumiantes. *II Jornadas de Actualización En Medicina y Producción de Rumiantes*, 2.

Seixas, V. N. C., Félix, M. R., Da Silva, G. M., Perrone, Í. T., & De Carvalho, A. F. (2015). Caracterização do Queijo do Marajó tipo manteiga produzido em duas estações do ano. *Ciencia Rural*, *45*(4). https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140463

Seixas, V. N. C., Félix, M. R., Silva, G. M., Tuler Perrone, Í., Costa, R. G. B., & Carvalho, A. F. (2014). Caracterização do queijo do Marajó tipo creme em duas estações do ano: Aspectos físico-químicos e microbiológicos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, *69*(2), 89. https://doi.org/10.14295/2238-6416.v69i2.327.

Serrano, S., Morais, S., & Semedo-Lemsaddek, T. (2024). Tradition unveiled: a comprehensive review of microbiological studies on Portuguese traditional cheeses, merging conventional and OMICs analyses. *Frontiers in Industrial Microbiology*, *2*, 1–14. https://doi.org/10.3389/finmi.2024.1420042.

Sheleidres, C. G. (2025). Relevância sociocultural e econômica da produção de queijos artesanais no Brasil: Importância e histórico. *Revista Científica Semana Acadêmica*, *13*(254), 1–15. https://doi.org/10.35265/2236-6717-254-13128.

Silva, L. F., Dea Lindner, J., Sunakozawa, T. N., Amaral, D. M. F., Casella, T., Nogueira, M. C. L., & Penna, A. L. B. (2022). Biodiversity and succession of lactic microbiota involved in Brazilian buffalo mozzarella cheese production. *Brazilian Journal of Microbiology*, *53*(1), 303–316. https://doi.org/10.1007/s42770-021-00629-6.

Simões, M. G. (2014). *Efeitos de variações sazonais e da proporção leite de vaca:leite de búfala sobre características físico-químicas e microbiológicas de queijos artesanais do Marajó*. Universidade Federal de Viçosa.

Sousa, N. S. O., Souza, E. S., Canto, E. S. M., Silva, J. P. A., Carneiro, L. M., Franco-De-sá, J. F. O., & Souza, J. V. B. (2023). Amazonian fermentations: an analysis of industrial and social technology as tools for the development of bioeconomy in the region. *Brazilian Journal of Biology*, *83*, 1–9. https://doi.org/10.1590/1519-6984.276493.

Ströher, J. A., Silva, D. M. C., & Nunes, I. S. (2023). Qualidade microbiológica do queijo artesanal colonial (QAC): impacto das boas práticas de fabricação (BPF) - uma revisão sistemática. *Nutrivisa - Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde*, *10*(1), 11943. https://doi.org/10.59171/nutrivisa-2023v10e11943.

Sun, L., & D'Amico, D. J. (2021). Composition, Succession, and Source Tracking of Microbial Communities throughout the Traditional Production of a Farmstead Cheese. *Msystems*, *6*(5), 1–18. https://doi.org/10.1128/msystems.00830-21.

Teixeira, L. V, Bastianetto, E., & Oliveira, D. A. A. (2005). Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, *29*(2), 96–100.

Tsouggou, N., Korozi, E., Pemaj, V., Drosinos, E. H., Kapolos, J., Papadelli, M., Skandamis, P. N., & Papadimitriou, K. (2026). Advances in Shotgun Metagenomics for Cheese Microbiology: From Microbial Dynamics to Functional Insights. *Foods*, *15*(2), 259. https://doi.org/10.3390/foods15020259.

Verruma, M. R., Oliveira, A. J., & Salgado, J. M. (1993). Avaliação química e nutricional do queijo mozzarella e iogurte de leite de búfala. *Scientia Agricola*, *50*(3). https://doi.org/10.1590/s0103-90161993000300016.

Wilson, T., Siddiqi, M., Xi, Y., & LaPointe, G. (2024). Tracking the microbial communities from the farm to the processing facility of a washed-rind cheese operation. *Frontiers in Microbiology*, *15*, 1–18. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1404795.

Wolfe, B. E., Button, J. E., Santarelli, M., & Dutton, R. J. (2014). Cheese rind communities provide tractable systems for in situ and in vitro studies of microbial diversity. *Cell*, *158*(2), 422–433. https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.05.041.

Histórico do artigo:
Recebido: 20 de agosto de 2026
Aprovado:22 de setembro de 2026

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.