

ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE QUEIJOS: a busca por alternativas sustentáveis para a cadeia láctea

ANALYSIS OF CHEESE PRODUCTION: the search for sustainable alternatives for the dairy chain

Ana Cecília Dantas Mendes¹
Sthenia Santos Albano Amora²
Maria Clara Gomes Batista³
Anne Kayene Ferreira da Silva⁴

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: ceci.dantas.m@gmail.com

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: sthenia@ufersa.edu.br

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: claragsb@gmail.com

⁴ Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: annekayenef@gmail.com

RESUMO: A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes no Brasil por permitir a produção de inúmeros derivados, entre os quais se destaca o queijo tipo coalho na região nordeste. As boas práticas de higiene e limpeza na ordenha são fatores que determinam a qualidade e segurança alimentar na produção de derivados lácteos, em que é comumente comprometida pelo uso indiscriminado de antissépticos que se destinam à prevenção da mastite, doença inflamatória causadora de gastos financeiros e, conseqüentemente, causam resistência bacteriana e riscos à saúde animal, humana e ao descarte inadequado ao ambiente. O presente estudo teve o objetivo de analisar a viabilidade do uso do extrato de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* hybrid - clone I144, com ênfase na etapa da ordenha de vacas e produção do queijo tipo coalho, considerando-o como um potencial alternativo sustentável para higienização nesse processo frente aos compostos sintéticos amplamente utilizados na agropecuária.

Palavras-chave: Bovinos. Extrato pirolenhoso. Nanopartículas de prata; Extrato aquoso. Queijo tipo coalho.

ABSTRACT: The dairy production chain is one of the most important in Brazil, as it enables the production of numerous dairy products, among which coalho cheese stands out in the Northeast region. Good hygiene and cleaning practices during milking are factors that determine the quality and food safety of dairy products. However, these practices are often compromised by the indiscriminate use of antiseptics intended to prevent mastitis, an inflammatory disease that generates financial costs and, consequently, may contribute to bacterial resistance, posing risks to animal and human health, as well as to the environment when improperly discarded. The present study aimed to analyze the feasibility of using an extract of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* hybrid — clone I144, with emphasis on the milking stage of cows and the production of coalho cheese, considering it as a potential sustainable alternative for sanitation in this process in comparison with synthetic compounds widely used in agricultural and livestock production.

Keywords: Cattle. Pyroligneous extract. Silver nanoparticles. Aqueous extract. Coalho cheese.

Sumário: Introdução – 1 Material e método – 2 Resultados e Discussão – Considerações – Referências.

INTRODUÇÃO

A promoção da qualidade e da segurança alimentar na produção de derivados lácteos passa, obrigatoriamente, pelas boas práticas agropecuárias. Essas medidas incluem o *pré-dipping*, o *pós-dipping* e a limpeza de utensílios e equipamentos de ordenha para reduzir a carga microbiana nos tetos e no leite,

aumentando a produtividade e a qualidade do leite e gerando potencial lucro para toda a cadeia produtiva (Marcelo et al, 2020). Tais práticas visam especialmente a adequada prevenção e o controle de mastite, sendo uma das mais importantes doenças em termos de custos econômicos à produção, pois aumenta as despesas com tratamento e diminui a produção e a qualidade do leite (Lind et al, 2025).

Para reduzir a ocorrência de mastite, é comum o uso de profilaxias antimicrobianas e antissépticas, entretanto, o emprego inadequado desses agentes químicos tem acelerado a resistência bacteriana, dificultando o controle eficaz das infecções (Rudenko et al, 2021). Além disso, somam-se aos prazos de carência estabelecidos pelos fabricantes, o que gera preocupações em saúde pública devido ao risco de resíduos no leite ordenhado.

A presença de resíduos de antibióticos e de iodo compromete os processos industriais, altera as características sensoriais dos alimentos e está associada a riscos à saúde, incluindo reações alérgicas, distúrbios gastrointestinais, efeitos endócrinos e potenciais impactos neurotóxicos (Valença et al, 2021). Esse cenário reforça o interesse em pesquisas que explorem o potencial de produtos naturais com efeito antimicrobiano, considerando que a produção de lácteos de qualidade requer leite isento de patógenos e de substâncias químicas.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível a busca por alternativas eficazes e seguras, como o uso de plantas medicinais e de seus extratos, reconhecidos por produzir compostos com propriedades antimicrobianas. Estudos prévios têm demonstrado que a utilização de extratos vegetais na higiene da ordenha não causa alterações físico-químicas ou sensoriais no leite (Soares et al, 2020; Silva et al, 2022; Silva et al, 2023). E, ao mesmo tempo, tais produtos têm potencial efeito antimicrobiano sobre microflora láctea e baixo poder residual, o que tem estimulado a indicação desse tipo de antisséptico na higienização de úberes no *pré-dipping*, *pós-dipping*.

Tais pesquisas apontam que esses produtos naturais têm apresentado resultados promissores, tanto na manutenção das características físico-químicas do leite quanto na ação antisséptica. Dessa forma, projeta-se que o leite obtido a partir das tetas higienizadas com esses produtos naturais, também, não altere os parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos derivados lácteos produzidos,

favorecendo o meio ambiente e agregando valor aos produtos, visto a comercialização de alimentos mais naturais e sustentáveis.

Entre essas alternativas, destaca-se a utilização do extrato pirolenhoso de eucalipto, produto obtido por meio da pirólise da madeira de *Eucalyptus* sp, cuja eficácia na inibição do crescimento de microrganismos tem sido demonstrada em diferentes formas de aplicação, incluindo extratos aquosos e sistemas inovadores como nanopartículas de prata, que apresentam atividade antimicrobiana de amplo espectro e potencial para combater cepas multirresistentes (Gama et al, 2023a; Gama et al, 2024a), contribuindo para a redução do uso de antimicrobianos sintéticos na cadeia produtiva de lácteos.

1 MATERIAL E MÉTODO

a) Segurança alimentar e a qualidade dos alimentos

A alimentação desempenha papel multifacetado na vida humana, ultrapassando a mera subsistência e abrangendo a promoção da saúde, a prevenção de doenças e a melhoria do bem-estar geral. Nesse contexto, de acordo com Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a segurança alimentar é entendida como a garantia de que os alimentos consumidos não causarão danos à saúde do consumidor e constitui pilar essencial da saúde pública e do desenvolvimento sustentável, pois garante que os alimentos sejam seguros, nutritivos e adequados às necessidades da população (FAO, 2020).

A importância da inocuidade dos alimentos se torna, ainda, mais evidente quando se considera o potencial de contaminação dos produtos lácteos, decorrente de matérias-primas, embalagens ou etapas inerentes ao processo produtivo, o que ocasiona problemas de saúde aos consumidores. Assim, a relação entre alimentação e segurança alimentar demonstra que eventuais falhas nos controles higiênico-sanitários aplicados aos lácteos podem comprometer diretamente o bem-estar da população, resultando em agravos à saúde.

Destaca-se, ainda, que menos de 10% dos casos de doenças transmitidas por alimentos são oficialmente relatados, e, em países em desenvolvimento, essa taxa pode ser inferior a 1%, o que evidencia a subnotificação e a gravidade do problema, situações que poderiam ser evitadas mediante a adoção de práticas adequadas de fabricação e manejo (Fung et al, 2018).

A presença de riscos à segurança dos alimentos ao longo da cadeia de abastecimento é influenciada por fatores internos e externos ao sistema alimentar, que podem intensificar ou mitigar os riscos emergentes. Compreender esses fatores e sua relação com a gestão de riscos é essencial para aprimorar estratégias de controle e garantir alimentos seguros e de qualidade. A globalização é um exemplo de fator externo ao sistema alimentar que amplifica os riscos sistêmicos da segurança alimentar ao estimular demandas por diversos produtos e, consequente, expansão da indústria alimentícia.

Em vista disso, a segurança alimentar permanece uma prioridade global, mas os alimentos, em específico o leite e seus derivados, são sujeitos à contaminação química e microbiológica ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a ordenha até o seu processamento final. Esses contaminantes podem se originar em diferentes etapas da cadeia produtiva, representando um risco contínuo à saúde humana e à integridade dos sistemas alimentares. Diante desse cenário, torna-se essencial adotar estratégias eficazes de monitoramento, controle e gestão de riscos, de modo a garantir a qualidade dos alimentos e reduzir a exposição da população a riscos emergentes.

b) Doenças Transmitidas por Alimentos

A contaminação microbiana dos alimentos constitui um desafio relevante para a obtenção de produtos seguros, podendo comprometer a saúde e a vida dos consumidores (Urban-Chmiel et al, 2025). Produtos lácteos, em particular, apresentam alta suscetibilidade à contaminação por microrganismos patogênicos e deteriorantes, devido a fatores como práticas agrícolas inadequadas, transporte inadequado e controle de qualidade deficiente ao longo da cadeia produtiva (Rathnakumar et al, 2024). Essa vulnerabilidade torna o leite e seus derivados responsáveis por uma parcela significativa das doenças transmitidas por alimentos em nível mundial, com impactos importantes para a saúde pública e para os setores econômicos.

As doenças transmitidas por alimentos correspondem a enfermidades que surgem após a ingestão de alimentos contaminados por agentes patogênicos, como bactérias, vírus ou parasitas. Esses microrganismos podem causar uma série

de distúrbios à saúde humana, variando de sintomas leves a quadros graves de intoxicação alimentar (Adley; Ryan, 2025).

c) Higiene da ordenha e controle microbiológico

A higienização é um ponto crucial na bovinocultura leiteira, pois afeta diretamente a qualidade do leite (Mendonça et al, 2020). Nesse contexto, a higienização dos tetos antes da ordenha reduz a carga microbiana e previne a contaminação do leite, sendo o pré-*dipping* e o produto utilizado, fundamentais para a eficácia do processo (Morão et al, 2018).

Diversos tipos de microrganismos como vírus, parasitas, protozoários, fungos e bactérias como *Escherichia coli* e *Salmonella spp.*, podem causar doenças transmitidas por alimentos (Gallo et al, 2020). Em muitos casos, os sintomas não decorrem da presença direta da bactéria, mas das toxinas que ela produz, que provocam manifestações como náuseas, vômitos, dor abdominal, diarreia e, ocasionalmente, febre. Embora, na sua maioria, o quadro clínico seja leve, entretanto, quando envolve indivíduos mais vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com a saúde comprometida, podem apresentar complicações graves ou até mesmo fatais (Gallo et al, 2020).

Com os avanços tecnológicos e uso de sanitizantes químicos no controle microbiano, a presença de resíduos no leite e o aumento da resistência bacteriana aos desinfetantes convencionais têm se tornado preocupações crescentes para a saúde pública e para a indústria de laticínios (Morão et al, 2018). Desse modo, pesquisas que investigam alternativas naturais com potencial antimicrobiano, como o EP, ganham destaque por aliar eficácia sanitária e menor impacto sobre a qualidade do leite e de seus derivados.

Como as vacas são ordenhadas diariamente, a exposição constante aos desinfetantes utilizados no processo de ordenha é inevitável, especialmente em propriedades que utilizam banho de imersão. Essa prática frequente pode favorecer o desenvolvimento de cepas microbianas resistentes, comprometendo a eficiência dos produtos empregados na higienização (Damasceno et al, 2025).

A adoção de métodos de higienização mais seguros e sustentáveis contribui, para a qualidade microbiológica do leite cru e, também, para a produção de derivados lácteos, como o queijo (Aragão et al, 2022). Assim, compreender os

fatores que influenciam a segurança alimentar, desde o manejo de ordenha até o processamento final, é essencial para assegurar alimentos seguros, atender às exigências sanitárias e promover a saúde social.

d) Cadeia produtiva do queijo

No Brasil, há grande variedade de técnicas de produção de queijos e cada uma reflete as características socioeconômicas e culturais da região em que está inserida (Aragão et al, 2022). Entre técnicas, o queijo tipo coalho se destaca no nordeste brasileiro, desempenhando papel fundamental agregando valor ao leite produzido (Almeida et al, 2021; Cavalcante, 2023).

Em 2024, a produção nacional de leite de vaca atingiu aproximadamente 35,7 bilhões de litros, representando, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), um aumento de 1,4% em relação ao ano anterior, na região nordeste, 50% a 70% dessa produção é destinada à fabricação de queijo coalho, produto de expressiva relevância econômica e cultural para a região (Cavalcante, 2023; IBGE, 2025). Essa atividade sustenta milhares de pequenos e médios produtores rurais, gera empregos diretos e indiretos e fortalece a identidade alimentar local, ainda que a movimentação econômica gire em torno de R\$ 9 milhões por mês, a informalidade da produção não gera dados quantitativos fidedignos, em que os dados podem estar em casas superiores às apresentadas.

Embora tenha relevância, o setor de leite e derivados, ainda, enfrente desafios importantes, especialmente no cumprimento dos padrões sanitários e de qualidade na produção. A falta de adequação a essas exigências pode comprometer a renda dos produtores que não as atendem e dificultar a comercialização dos produtos lácteos (Plefh et al, 2025).

A garantia da qualidade do leite cru é essencial, pois sua contaminação compromete a saúde do consumidor, devido aos riscos que esses alimentos podem representar. O leite pode conter microrganismos patogênicos, capazes de causar doenças, ou agentes responsáveis pela deterioração do produto, sendo os principais *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus spp.* (Pierezan et al, 2022). A presença desses microrganismos muitas vezes está relacionada a processos infecciosos no rebanho, especialmente à mastite, uma das doenças de maior relevância para a pecuária leiteira (Damasceno et al, 2025).

Essa enfermidade inflamatória da glândula mamária compromete a qualidade e a segurança do leite e reduz o seu rendimento, sendo *E. coli* e *S. aureus*, os principais patógenos associados à sua ocorrência (Damasceno et al, 2025). Os agentes causadores da mastite são divididos em dois grupos, caracterizados de acordo com o modo da infecção: o primeiro inclui patógenos contagiosos transmitidos de animal para animal, como *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis* e *micoplasmas* (Zalewska et al, 2025).

Enquanto o segundo grupo, abrange os patógenos oportunistas e ambientais, associados à mastite ambiental, incluindo principalmente coliformes, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* e *Enterococcus spp.* Fatores como a desinfecção inadequada do úbere e a limpeza ineficiente das máquinas de ordenha favorecem a proliferação desses patógenos (Yun et al, 2020).

Diante desse cenário, o tratamento da mastite frequentemente envolve o uso de antibióticos. Porém, a aplicação repetitiva e indiscriminada pode favorecer o surgimento de cepas resistentes, aumentando a duração e o custo dos tratamentos. Assim, práticas de manejo e higiene mais eficientes durante a ordenha precisam ser adotadas, a fim de minimizar a presença de microrganismos indesejáveis e assegurar a qualidade do leite (Sadr et al, 2025).

Entre essas práticas, destaca-se a higienização dos tetos antes e após a ordenha com soluções antimicrobianas à base de iodo, cloro, clorexidina ou compostos de amônia quaternária, bem como, têm-se recomendado o uso de alternativas terapêuticas à base de extratos vegetais por promoverem soluções sustentáveis para a saúde animal, garantindo uma produção mais segura e de leite de qualidade elevada (Silva et al, 2022).

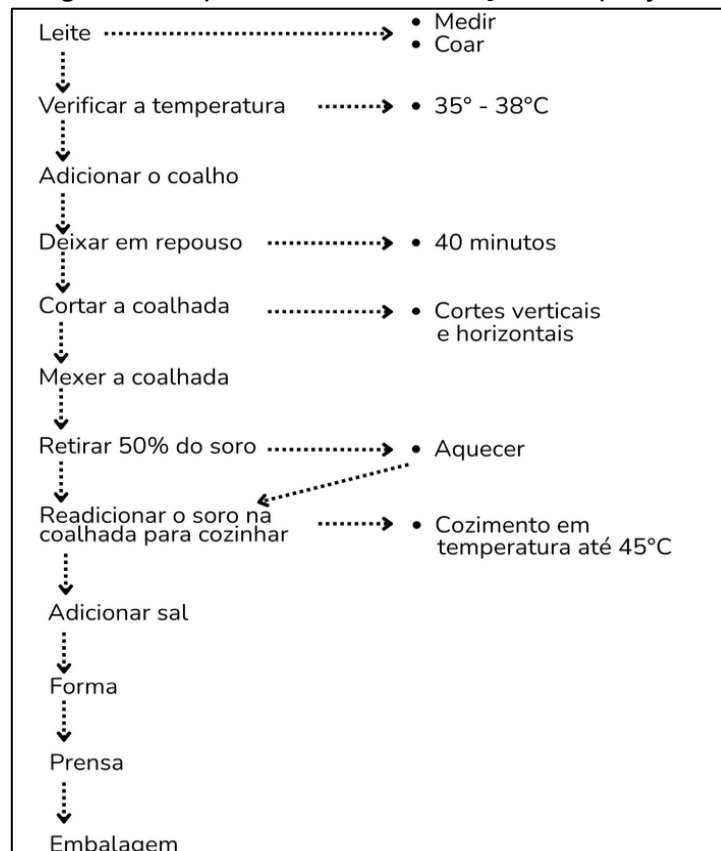
A melhoria da matéria-prima impacta diretamente a produção de derivados lácteos, como o queijo de coalho, alimento de grande relevância econômica e cultural no nordeste brasileiro. Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ), do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), o queijo de coalho é obtido pela coagulação do leite com coalho ou com outras enzimas apropriadas, podendo conter bactérias lácticas selecionadas. Trata-se de um queijo de média a alta umidade, de massa semicozida ou cozida, com teor de gordura nos sólidos totais entre 35% e 60%. Sendo comercializado comumente em até dez dias após sua fabricação, por se tratar de um produto fresco (Brasil, 2001).

Suas características sensoriais incluem consistência semidura e elástica, textura compacta e macia e coloração uniforme branco-amarelada. O sabor é brando, ligeiramente ácido, e o odor suave, sem casca bem definida (Brasil, 2001). Sua comercialização ocorre em diferentes formatos, sendo os mais comuns o cilíndrico, o retangular e o em espetos, amplamente utilizados na culinária regional (Saraiva et al, 2023).

e) Qualidade do leite no processo de fabricação do queijo de coalho

A qualidade do leite é um dos principais fatores determinantes do sucesso na fabricação do queijo, pois suas características físico-químicas e microbiológicas influenciam diretamente o rendimento, a textura, o sabor e a segurança do produto. Além de estar livre de resíduos de antibióticos e de outros contaminantes que interferem na coagulação e na atividade das culturas lácteas. Quanto ao processo de fabricação do queijo coalho, as etapas simplificadas estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação do queijo coalho artesanal



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Entre os parâmetros físico-químicos, a acidez e o pH desempenham papel central no processo de coagulação. Leites com acidez elevada comprometem a firmeza da coalhada e prejudicam a sinérese, enquanto a acidez baixa pode retardar a ação do coalho (Nero; Cruz; Bersot, 2018). O tempo de coagulação do coalho, por exemplo, apresenta correlação negativa com o pH do leite, evidenciando a importância do controle desses parâmetros (Bansal; Veena, 2024).

Do ponto de vista tecnológico, o uso de leite de baixa qualidade acarreta problemas de coagulação, redução do rendimento industrial e aumento de defeitos sensoriais, como sabor amargo ou textura quebradiça. Considerando que grande parte da produção de queijo de coalho no Brasil ocorre em pequenas e médias queijarias, a resistência de alguns produtores a adotar procedimentos adequados ou a ausência de tecnologias apropriadas frequentemente compromete a qualidade do produto e limita seu potencial comercial (Saraiva et al, 2023).

Um exemplo prático reforça a importância da qualidade microbiológica e da pasteurização. Um estudo avaliou a produção de queijo coalho a partir de leite cru e constatou que, embora encontrados patógenos como *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* e *Campylobacter spp.* não foram detectados níveis de *Enterobacteriaceae* ($4,02 \pm 0,02$ log UFC/mL) e *E. coli* ($3,93 \pm 0,01$ log UFC/mL), indicando baixa qualidade higiênica da matéria-prima. Durante o armazenamento, as contagens microbianas nos queijos variaram de 8,21 a 8,77 log UFC/g para microrganismos totais, com predominância de LAB (>8 log UFC/g).

E. coli permaneceu presente em todas as amostras, embora com redução significativa em função da temperatura de armazenamento. Estes resultados demonstram claramente a necessidade de pasteurização e da adoção rigorosa de boas práticas de ordenha e de fabricação para garantir a segurança alimentar e a qualidade sensorial do queijo (Szosland-Fałtyń; Maciejewska; Bartodziejska, 2025).

Do ponto de vista microbiológico, os principais indicadores de qualidade são a Contagem Bacteriana Total (CBT) e a Contagem de Células Somáticas (CCS) (Brasil, 2018). Uma CBT elevada, mesmo em leite a ser pasteurizado, indica a proliferação de bactérias psicotróficas que produzem enzimas termorresistentes. Essas enzimas sobrevivem ao processo e causam defeitos no queijo, como rancidez e amargor, além de diminuir o rendimento (Fusco et al, 2020). Similarmente, alta CCS, indica a ocorrência de mastite e alteração da composição

do leite, com consequente diminuição dos teores de caseína, resultando em uma coalhada fraca e menor rendimento industrial (Moradi et al, 2021).

Para garantir a qualidade, é indispensável a adoção de boas práticas de ordenha, de fabricação e da realização de testes rápidos no recebimento do leite, como os testes de alizarol, acidez titulável e detecção de antibióticos. A refrigeração imediata após a ordenha e o transporte em temperatura controlada são medidas simples, mas fundamentais para reduzir o crescimento microbiano e preservar as propriedades tecnológicas do leite (Navrátilová et al, 2024).

f) Controle de qualidade na produção de queijo coalho

O controle de qualidade na produção de queijo coalho é fundamental para assegurar que o produto atenda aos padrões físico-químicos, microbiológicos e sensoriais exigidos pela legislação e pelas boas práticas industriais. Como se trata de um queijo de alta umidade e baixo teor de sal, o queijo de coalho é mais suscetível à contaminação, especialmente durante a manipulação nas etapas de fabricação (Saraiva et al, 2023).

Além da composição, outros fatores podem contribuir para a deterioração do queijo, como falhas no processo e contaminação cruzada durante as etapas pós-pasteurização e na cadeia de suprimentos, por exemplo. Essa contaminação pode ocorrer por meio de equipamentos inadequadamente higienizados, superfícies de contato, ar contaminado e manipulação incorreta no ambiente de produção ou no ponto de venda (Ali, Sant'Ana; Bavisetty, 2022).

Com isso, as análises microbiológicas do queijo de coalho têm papel decisivo para assegurar a segurança alimentar e adequação ao consumo humano, especialmente em virtude de suas características, estabelecidos na Instrução Normativa (IN), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nº 161, de 01 de julho de 2022, que determina que os alimentos prontos para consumo devem atender aos padrões microbiológicos definidos pela norma ou seguir critérios analógicos a partir da similaridade do processo produtivo. Dessa forma, no caso do queijo de coalho, torna-se obrigatório monitorar microrganismos como coliformes termotolerantes, *E. coli*, *Staphylococcus coagulase positiva* e patógenos emergentes, cujo resultado fora dos limites aceitáveis configura risco imediato (ANVISA, 2022).

As análises físico-químicas constituem, também, um elemento essencial no controle de qualidade do queijo coalho, uma vez que as suas variáveis se relacionam diretamente com a textura, umidade, rendimento e vida útil do produto. Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) para queijos, o queijo coalho deve atender a requisitos mínimos, como, por exemplo, o teor de umidade e gordura no extrato seco, parâmetros que definem sua categoria tecnológica e de umidade (Brasil, 2001).

g) Novas Tecnologias e bioativos naturais na produção de queijos

Dentre os aspectos que compõem a característica de um queijo, aparência, aroma, sabor e textura são essenciais para determinar a intenção de compra e a aceitabilidade dos consumidores. Nesse sentido, destacam como tendência da indústria alimentícia, a busca por desenvolver produtos que sejam personalizados às preferências da sociedade, embora, a disponibilidade destes alimentos nas prateleiras dos mercados seja fortemente influenciada pela aceitabilidade do consumidor, estimada por meio de análises sensoriais (Martin et al, 2024).

Tais análises, utilizam a interação dos órgãos dos sentidos, para medir características perceptíveis e avaliar a aceitação dos alimentos, sendo ferramenta indispensável no controle de qualidade. Entre os métodos, destaca-se a escala hedônica, que permite mensurar preferência e aceitação por meio de respostas estruturadas, associadas a valores numéricos para tratamento estatístico. Processo que envolve etapas sensoriais e cognitivas que possibilitam compreender a percepção do consumidor, elemento determinante para inclusão e sucesso de um novo produto no mercado (Marcondes de Godoy; Rodrigues Neto, 2022).

Dessa forma, estudos que buscam a diversificação dos alimentos se norteiam pela realização de análises sensoriais e investigam como o queijo coalho de cabra, marinado em vinho, por diferentes tempos pode impactar a preferência dos consumidores, pois, os derivados lácteos de cabra possuem aroma e sabor levemente ácidos, típicos do leite fresco, resultado do alto teor de ácidos graxos de cadeia curta e média, além de um toque salgado que limita sua aceitação pelos consumidores (De Oliveira et al, 2021).

Junto ao potencial de agregação de valor, pesquisas buscam, também, características antimicrobianas em ingredientes bioativos, avaliando queijo coalho

de cabra marinado em vinho tinto, destacando aspectos antimicrobianos, visualizando-se baixas contagens de *S. aureus coagulase positivo*, bolores e leveduras e ausência de *Salmonella sp.* Outros estudos abordam a atividade antimicrobiana de *Passiflora cincinnata* em queijo coalho de cabra, onde houve atividade inibitória contra *Listeria spp.*, *S. aureus* e *S. aureus* multirresistente, havendo, também, baixa atividade inibitória contra bactérias ácido-láticas desejáveis (Cavalcanti et al, 2023).

Estudos exibem subprodutos da cadeia láctea como alternativa tecnológica para conservar e minimizar os prejuízos causados por organismos deteriorantes. Pesquisa sobre a produção de queijo de coalhada fresco não curado revestido com composto proveniente do concentrado de proteína de soro do próprio leite utilizado na fabricação do queijo, com adição de extrato de *Cinnamomum cassia* (Mileriene et al, 2021). Os revestimentos comestíveis são funcionais e sustentáveis para embalar produtos, garantindo segurança microbiológica ao alimento, em especial aos frescos, fornecendo mais tempo de prateleira. Além de demonstrar potencial antimicrobiano ao comprovar a diminuição da contagem de bolores e leveduras e conservar a aparência do queijo, aumentando seu valor funcional.

Dentre as principais vias de estudo que buscam alternativas para a conservação de queijo, o uso de vegetais tem evoluído progressivamente, como mostra. Pesquisadores exploram o uso de óleos essenciais de orégano e alecrim na composição do queijo fresco marroquino conhecido por 'Jben', em que houve prolongamento do tempo de vida útil dos alimentos e propriedades sensoriais que aumentaram a aceitabilidade dos consumidores (Benassila et al, 2025). Outros estudos corroboram ao abordarem o uso de polpas de palmito e kiwi na aceleração da maturação de queijo 'Ras', em que houve potencialização da atividade enzimática no desenvolvimento do derivado lácteo e consequente redução do tempo de exposição a agentes patogênicos.

Além dos aspectos sensoriais característicos do queijo, a manutenção da segurança microbiológica é outro fator que impulsiona a busca por alternativas sustentáveis e tecnologicamente atuais na produção de derivados lácteos. As vantagens econômicas e ambientais ao uso da biossíntese de nanopartículas de prata, material de particularidades optoeletrônicas e físico-químicas que possuem características catalíticas, anticancerígenas, fungicidas e bactericidas eficientes

contra diferentes patógenos, como *E. coli* e *S. aureus*, assim, é uma ótima opção frente a microrganismos multirresistentes.

Assim, os estudos demonstram tendência crescente de aliar qualidade sensorial, segurança microbiológica, tecnologias e sustentabilidade no desenvolvimento de produtos lácteos. A busca por alternativas naturais e tecnológicas se intensifica, visando à preservação das características organolépticas desejadas pelos consumidores e a redução do uso de aditivos sintéticos e de métodos convencionais potencialmente impactantes ao meio ambiente. Diante desse cenário, torna-se pertinente investigar se o uso do extrato pirolenhoso de *E. urograndis* na higiene da ordenha de vacas pode influenciar as características físico-químicas e a tecnologia de produção do queijo tipo coalho.

h) Extrato pirolenhoso de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* hybrid - clone I144

Os compostos antimicrobianos de origem vegetal se diferenciam dos agentes sintéticos por apresentarem múltiplos mecanismos de ação, atuando de forma concomitante sobre a membrana celular, as proteínas estruturais, as vias metabólicas e os sistemas enzimáticos dos microrganismos. Atuação que tende a reduzir a probabilidade de seleção rápida de resistência, em contraste com muitos antimicrobianos convencionais, que possuem alvos específicos e favorece o aparecimento de cepas resistentes quando utilizados de forma contínua (Gama et al, 2024a).

Contudo, estudos conduzidos por Raut e Karuppayil (2014) e Friedman (2017) ressaltam que, embora menos frequente, a resistência a substâncias vegetais é possível, sobretudo, quando aplicadas repetidamente ou em concentrações insuficientes. Obtido a partir da condensação dos líquidos liberados durante a pirólise da madeira, o EP apresenta coloração escura, variando entre tonalidades de marrom avermelhado, amarelado ou escuro, conforme a matéria-prima utilizada (Gama et al, 2024b). Possui odor amadeirado intenso e composição química complexa, podendo reunir até 200 substâncias distintas. Trata-se de um produto de caráter ácido, com pH entre 2,5 e 3,6, devido principalmente à presença de ácidos orgânicos, como acético e fórmico (Gama et al., 2023b).

A diversidade composicional do EP representa uma vantagem tecnológica relevante, sobretudo quando utilizam diferentes espécies ou híbridos de *Eucalyptus*. As variações químicas resultantes das particularidades estruturais e metabólicas de cada carvão vegetal podem potencializar a atividade antimicrobiana, ampliando o espectro de ação e possibilitando a obtenção de produtos mais eficientes para distintas aplicações (Gama et al, 2024a).

Dentre os compostos do EP, destacam-se os fenóis, que possuem aplicação terapêutica devido à sua ação antifúngica, antisséptica e desinfetante (Gama et al, 2023b), os cresóis, também, utilizados como antissépticos locais e desinfetantes, além de cetonas, furanos, aldeídos, piranos, álcoois, ácidos orgânicos. Estudos que investigam as propriedades antimicrobianas do EP apontam a importância dos fenóis, compostos de natureza ácida, na atividade microbiana desse produto (Gama et al, 2024a).

Entretanto, embora tenha diversidade de substâncias presentes, a ação antibacteriana e antifúngica do EP não pode ser atribuída a um único composto, mas sim, ao sinergismo entre diversas substâncias (Gama et al, 2023b). Estudos demonstram que a adição de ervas aromáticas na pirólise do EP de *E. urograndis* é uma alternativa tecnológica que aumenta as substâncias químicas com potencial antimicrobiano do produto, tornando-o mais eficiente do que o próprio EP sozinho para a maioria das cepas de bactérias testadas (Gama et al, 2024a).

São inúmeras as utilidades do EP. Há relatos do uso empírico em tratamentos de doenças na China e na Índia, visto a observação dos efeitos medicinais apresentados (Gama et al, 2023b). Também, foi empregado na conservação de carnes, peixes e salsichas e é amplamente utilizado na agricultura, para desinfecção do solo, como pesticida ou fungicida (Gama et al., 2023b). Além da função antimicrobiana, esse produto apresenta ações antioxidante, anti-inflamatória, antiviral e cicatrizante (Gama et al, 2024a).

Na cadeia de produção de alimentos, o EP pode ser empregue para conferir propriedades organolépticas, com características de defumado a produtos cárneos e molhos, por exemplo, sendo então denominado fumaça líquida (Gama et al, 2024b). Além disso, apresenta aplicação na higiene da ordenha de bovinos leiteiros, na realização de pré e pós-*dipping*, com o objetivo de reduzir casos de mastite, uma vez que essas práticas são fundamentais para a manutenção da saúde do rebanho,

ao reduzir a carga microbiana localizada (Silva et al, 2023). Contudo, a eficácia do EP depende de testes controlados realizados *in vivo*, os quais permanecem limitados na literatura, reforçando a necessidade de validação experimental.

O potencial econômico do EP é significativo. Devido às suas características antissépticas, pode ser utilizado como alternativa aos antissépticos comerciais, aliando-se ao combate à resistência antimicrobiana, sendo, assim, um produto com amplo espectro antisséptico, atóxico e economicamente acessível (Silva et al, 2023). É possível presumir que a aplicação de EP é segura para uso em animais, visto é seguro para o uso humano caso o produto esteja purificado adequadamente (Gama et al, 2024b).

A utilização do EP de *E. urograndis* a 20% é segura, se incorporado em glicerina como antisséptico no pós-*dipping* de cabras leiteiras, sem provocar efeitos citotóxicos nas células das glândulas mamárias dos animais (Feijo et al, 2023). Resultados semelhantes foram encontrados por Soares et al. (2020), reforçando a ausência de danos celulares ao utilizar extratos pirolenhosos de *E. urograndis* e de *Mimosa tenuiflora* no pós-*dipping* de cabras leiteiras.

Estudos testaram a eficiência do EP do clone I144 de *E. urograndis* a 1% na desinfecção dos tetos de vacas leiteiras, obtendo-se resultados satisfatórios de boa eficiência contra bactérias tanto Gram-positivas quanto Gram-negativas *in vitro*, assim como a redução no número de unidades formadoras de colônias *in vivo* (Silva et al, 2023). Também se avaliou o efeito antimicrobiano do EP de *E. urograndis*, verificando-se o efeito antifúngico (Gama et al, 2023b). Em conjunto, os achados sugerem o potencial de uso do EP de *E. urograndis* como componente de antissépticos voltados à saúde animal, com capacidade de substituir antimicrobianos convencionais.

Em decorrência do rápido crescimento, alta produtividade e características requeridas para a produção do carvão vegetal, plantas do gênero *Eucalyptus* constituem a maior base de plantações florestais brasileira, com ênfase nos híbridos *E. urophylla* x *E. grandis* que apresentam aproximadamente 27% de conteúdo de matéria volátil, 0,5% de cinzas e 72% de carbono fixo (Meira et al, 2021).

Neste contexto, os híbridos recebem destaque e, conseqüente preferência no uso para obtenção do carvão vegetal, por conta da boa qualidade de

composição apresentada, incluindo alto teor de lignina que ultrapassa 30% da composição, além de apresentar alta produtividade (Gama et al, 2023a). Ademais, os rendimentos e a composição química do EP variam conforme o compartimento da árvore de origem, o que reforça a importância da seleção adequada do material lenhoso para otimizar o desempenho e a qualidade do carvão vegetal e consequente EP (Gama et al, 2024b).

Embora os dados disponíveis apontem para baixos riscos toxicológicos, é fundamental considerar que tais resultados representam uma visão geral da segurança do EP para os animais e o ambiente. Até o momento, não há indicações de impactos ambientais negativos decorrentes de seu uso, especialmente quando devidamente refinado, condição que garante sua aplicação segura como aditivo alimentar. A literatura demonstra que o EP tem sido avaliado em diferentes contextos de utilização, fornecendo um panorama promissor quanto à ausência de efeitos adversos relevantes. Assim, torna-se imprescindível ampliar as pesquisas para definir com precisão os níveis seguros de resíduos e compreender seus possíveis efeitos sobre os alimentos de origem animal, ambiente e a sociedade.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sistêmica da cadeia produtiva do queijo tipo coalho permitiu evidenciar que a qualidade higiênico-sanitária do leite cru se configura como variável determinante para a estabilidade microbiológica e tecnológica do produto. Os dados discutidos no estudo demonstram que inadequações nos procedimentos de higienização da ordenha repercutem diretamente no incremento da carga microbiana inicial, impactando negativamente parâmetros físico-químicos, rendimento industrial e vida útil do queijo. Tal constatação reafirma a ordenha como ponto crítico estratégico dentro da cadeia láctea.

Sob essa perspectiva, a avaliação do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus urograndis* como alternativa sustentável revelou potencial relevante na redução da contaminação microbiana associada à obtenção do leite. A ação antimicrobiana observada pode ser atribuída à presença de compostos fenólicos e ácidos orgânicos oriundos do processo de pirólise, os quais apresentam reconhecida atividade bacteriostática e bactericida. A incorporação desse insumo na rotina de higiene da ordenha demonstrou não apenas eficiência sanitária, mas,

compatibilidade com princípios de sustentabilidade ambiental, ao valorizar subprodutos da cadeia florestal.

Do ponto de vista tecnológico, verificou-se que a melhoria na qualidade microbiológica da matéria-prima repercutiu positivamente nas etapas subsequentes de coagulação, dessoragem e prensagem, favorecendo maior uniformidade estrutural e reduzindo a probabilidade de defeitos sensoriais no queijo tipo coalho. Ademais, a redução da carga microbiana inicial contribui para maior previsibilidade no processamento e melhor controle dos perigos associados à produção artesanal e semi-industrial.

A discussão dos resultados evidencia que a adoção da utilização do EP transcende a dimensão tecnológica, inserindo-se em um contexto mais amplo de inovação sustentável na cadeia láctea. Trata-se de uma proposta alinhada às demandas contemporâneas por sistemas produtivos ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente aplicáveis, sobretudo em regiões onde o queijo tipo coalho possui relevância socioeconômica.

Entretanto, ressalta-se a necessidade de aprofundamento experimental quanto à padronização de concentrações, avaliação de possíveis resíduos no leite e análise de viabilidade econômica em escala ampliada, de modo a assegurar conformidade com os marcos regulatórios e plena segurança alimentar. Assim, os resultados obtidos sustentam a viabilidade técnica do extrato pirolenhoso de *E. urograndis* como alternativa promissora na higiene da ordenha, consolidando-se como estratégia potencial para o fortalecimento qualitativo e sustentável da cadeia produtiva do queijo tipo coalho.

CONSIDERAÇÕES

A análise da cadeia produtiva do queijo tipo coalho permitiu reafirmar que a qualidade higiênico-sanitária do leite cru constitui elemento estruturante para a obtenção de um produto seguro, estável e tecnologicamente adequado. Ao evidenciar a ordenha como ponto crítico estratégico, o estudo demonstrou que intervenções direcionadas a essa etapa possuem impacto direto sobre a qualidade microbiológica da matéria-prima e, conseqüentemente, sobre o desempenho industrial e a segurança do alimento.

Nesse contexto, o extrato pirolenhoso de *E. urograndis* se apresentou como alternativa promissora para a higienização na ordenha, associando potencial antimicrobiano aos princípios de sustentabilidade ambiental. Sua utilização sinaliza a possibilidade de reduzir a dependência de sanitizantes convencionais, ao mesmo tempo em que valoriza subprodutos da cadeia florestal, contribuindo para uma abordagem mais integrada e circular dos sistemas produtivos.

Conclui-se, portanto, que a incorporação de tecnologias sustentáveis na cadeia láctea do queijo tipo coalho representa estratégia viável para elevar os padrões de qualidade e segurança alimentar, especialmente em contextos de produção regional. Todavia, recomenda-se a ampliação de estudos voltados à padronização de uso, avaliação toxicológica e análise de viabilidade econômica, a fim de consolidar cientificamente sua aplicação e garantir conformidade com as exigências regulatórias. Assim, o trabalho contribui para o avanço de práticas inovadoras e sustentáveis na produção de alimentos de origem animal, articulando qualidade, responsabilidade ambiental e fortalecimento da cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

- ADLEY, C. C; RYAN, M. P. The Nature and Extent of Foodborne Disease. **Antimicrobial Food Packaging**, [S.L.], p. 3-14, 2025. Elsevier. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90747-7.00002-8>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780323907477000028?via%3Dihub>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- ALI, A. M. M; SANT'ANA, A. S; BAVISETTY, S. C. B. Sustainable preservation of cheese: advanced technologies, physicochemical properties and sensory attributes. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 129, p. 306-326, nov. 2022. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2022.10.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224422004095>. Acesso em: 03 nov. 2024.
- ALMEIDA, S. L. *et al.* Cultural Regulation, Geographical Indication and the (re) Signification of an Artisanal Cheese. **Organizações & Sociedade**, v. 28, n. 97, p. 422–441, 2021. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-92302021000200422&tlng=en. Acesso em: 24 nov. 2024.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN Nº **161, DE 1º de julho de 2022**. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>. Acesso em: 30 jul. 2024.

- ARAGÃO, B. B. et al. Occurrence of emerging multiresistant pathogens in the production chain of artisanal goat coalho cheese in Brazil. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, [S.L.], v. 84, p. 101785, 2022. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cimid.2022.101785>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014795712200042X?via%3Dihub>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- BANSAL, V; VEENA, N. Understanding the role of pH in cheese manufacturing: general aspects of cheese quality and safety. **Journal of Food Science and Technology**, [S.L.], v. 61, n. 1, p. 16-26, 29 nov. 2022. Springer Science and Business Media LLC. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-022-05631-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-022-05631-w>. Acesso em: 06 nov. 2024.
- BENASSILA, S. et al. Effects of oregano and rosemary essential oils on the physicochemical, microbiological and organoleptic characteristics of fresh cheese. **Food And Humanity**, [S.L.], v. 4, p. 100609, maio 2025. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100609>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949824425001132>. Acesso em: 04 jun. 2025.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQ) de leite e seus derivados. 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-vegetal>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- BRASIL. Instrução Normativa MAPA - 76, de 26 de novembro de 2018. Ficam aprovados os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A, na forma desta Instrução Normativa e do Anexo Único. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-mapa-76-de-26-11-2018,1213.html>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- CAVALCANTE, J. F. M. Queijo Coalho artesanal: cultura, história e gastronomia nordestina. **Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. e10408, 2023. Doi: <https://doi.org/10.59171/nutrivisa-2023v10e10408>. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/nutrivisa/article/view/10408>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- CAVALCANTI, M. T.; XAVIER, L. E.; FEITOSA, B. F.; et al. Influence of red wine marination on the quality, safety, and stability of goat Coalho cheese produced in the Brazilian semi-arid region. **Food Bioscience**, [S.L.], v. 53, p. 102727, jun. 2023. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102727>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429223003784>. Acesso em: 03 nov. 2024.
- DAMASCENO, M. D. et al. Susceptibility of mastitis-causing pathogens (Escherichia coli and Staphylococcus aureus) to disinfectants used as teat dipping. **Veterinary Microbiology**, [S. I.], v. 309, art. 110678, 2025. Doi: [10.1016/j.vetmic.2025.110678](http://dx.doi.org/10.1016/j.vetmic.2025.110678). Disponível em:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811352500313X>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- DE MELO, L. R. B. et al. Study of consumer perception about low-sodium foods and characteristics related to perception and purchase of low-sodium spreadable processed cheese. **Journal of Sensory Studies**, v. 37, n. 2, p. e12732, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12732>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- DE OLIVEIRA, A. P. D. et al. Symbiotic goat milk ice cream with umbu fortified with autochthonous goat cheese lactic acid bacteria. **LWT**, v. 141, p. 110888, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643821000414>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. Transforming food systems for affordable healthy diets. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Doi: 10.4060/ca9692en. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9692en/>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- FEIJO, F. M. C.; PIMENTA, A. S.; PEREIRA, A. F; *et al.* Use of Eucalyptus Wood Vinegar as Antiseptic in Goats. In: KUKOVICS, Sándor (Org.). **Goat Science - From Keeping to Precision Production**. [s.l.]: IntechOpen, 2023. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/1128514>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- FRIEDMAN, M. Antimicrobial activities of plant essential oils and their components against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant foodborne pathogens. In: RAI, Mahendra; ZACCHINO, Susana; DERITA, Marcos G. (Orgs.). **Essential Oils and Nanotechnology for Treatment of Microbial Diseases**. 1. ed. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2017.: CRC Press, 2017, p. 14–38. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351806077/chapters/10.1201/9781315209241-2>. Acesso em: 26 nov. 2025.
- FUNG, F; WANG, H; MENON, S. Food safety in the 21st century. **Biomedical Journal**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 88-95, abr. 2018. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2319417017304055?via%3Dihub>. Acesso em: 19 out. 2024.
- FUSCO, V. et al. Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 2013-2049, 23 maio 2020. Wiley. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12568>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12568>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- GALLO, M. et al. Relationships between food and diseases: what to know to ensure food safety. **Food Research International**, [S.L.], v. 137, p. 109414, nov. 2020. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109414>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920304397?via%3Dihub>. Acesso em: 01 out. 2025.
- GAMA, G. S. P. et al. Antimicrobial impact of wood vinegar produced through co-pyrolysis of Eucalyptus wood and aromatic herbs. **Antibiotics**, v. 13, n. 11, art.

- 1056, 2024^a. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111056>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/13/11/1056>. Acesso em: 24 out. 2024.
- GAMA, G. S. P. et al. Antimicrobial activity and chemical profile of wood vinegar from eucalyptus (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* - clone I144) and bamboo (*Bambusa vulgaris*). **World J Microbiol Biotechnol**, v. 39, n. 7, p.186, 2023a. Doi: [10.1007/s11274-023-03628-x](https://doi.org/10.1007/s11274-023-03628-x). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-023-03628-x>. Acesso em: 05 nov. 2025.
- GAMA, G. S. P. et al. Effect of pH on the antibacterial and antifungal activity of wood vinegar (pyroligneous extract) from Eucalyptus. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 47, e47011, 2023b. Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-908820230000011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/V43sjPtVJwCqCJmyzxrwwzqC/?lang=en>. Acesso em: 15 out. 2025.
- GAMA, G. S. P. et al. The Potential of Wood Vinegar to Replace Antimicrobials Used in Animal Husbandry—A Review. **Animals**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 381, 25 jan. 2024b. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani14030381>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/3/381>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa trimestral do leite**. 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=resultados>. Acesso em: 05 jan. 2025.
- LIND, N. et al. C. Healthy cows, happy farmers? Exploring the dynamics of mastitis and farmer well-being. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 108, n. 4, p. 4016-4029, abr. 2025. American Dairy Science Association. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2024-25506>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030225000050>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- MARCELO, N. A. et al. Efficacy of novel antiseptic product containing essential oil of *Lippia origanoides* to reduce intramammary infections in cows. **Veterinary World**, v. 13, n. 11, p.2452-2458, 2020.
- MARCONDES DE GODOY, M; RODRIGUES NETO, J. Análise sensorial de queijo de leite de ovelha Santa Inês. **Veterinária e Zootecnia**, v. 29, 2022. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1018>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- MARTIN, C. et al. Impact of sensory properties and their appreciation on willingness to pay for innovative cheeses with health benefits. **Food Quality and Preference**, v. 118, p. 105207, 2024. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329324001095>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- MEIRA, A. M.; NOLASCO, A. M.; KLINGENBERG, D.; et al. Insights into the reuse of urban forestry wood waste for charcoal production. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [S.L.], v. 23, n. 10, p. 2777-2787, 30 jul. 2021. Springer

Science and Business Media LLC. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10098-021-02181-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-021-02181-1>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MENDONÇA, B. S. et al. COMPARATIVO ENTRE DESINFETANTES UTILIZADOS NO PRE-DIPPING DE VACAS LEITEIRAS. **Ciência Animal**, Maringá, v. 30, p. 23-33, 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9588/7764>. Acesso em: 01 nov. 2024.

MILERIENE, J. et al. Effect of liquid whey protein concentrate–based edible coating enriched with cinnamon carbon dioxide extract on the quality and shelf life of Eastern European curd cheese. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 104, n. 2, p. 1504-1517, fev. 2021. American Dairy Science Association. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2020-18732>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030220310080>. Acesso em: 03 nov. 2025.

MORADI, M. et al. The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: a review. **International Dairy Journal**, [S.L.], v. 113, p. 104884, fev. 2021. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104884>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694620302545>. Acesso em: 05 nov. 2024.

MORÃO, R. P. et al. Efeito de antisséptico contendo óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia origanoides* Cham.) nos tetos de vacas leiteiras e qualidade do leite. **Revista Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 20, n. 1, jan./jun. 2018. ISSN 2236-5257. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/554c319c-2632-4ce5-91ea-d5312655b379/content>. Acesso em: 5 nov. 2024.

NAVRÁTILOVÁ, P. et al. Screening Methods for Antimicrobial Residues in the Dairy Chain—The Past and the Present. **Antibiotics**, [S.L.], v. 13, n. 11, p. 1098, 19 nov. 2024. MDPI AG. Doi: <http://dx.doi.org/10.3390/antibiotics13111098>. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11591364/?utm_source. Acesso em: 05 dez. 2024.

NERO, L. A.; CRUZ, A. G. da; BERSOT, L. dos S. (Orgs.). **Produção, Processamento e Fiscalização de Leite e Derivados**. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2018.

PIEREZAN, M. D. et al. Relevant safety aspects of raw milk for dairy foods processing. In: **Advances in Food and Nutrition Research**, [S. I.], v. 100, p. 211-264, 2022. Doi: 10.1016/bs.afnr.2022.01.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043452622000018>. Acesso em: 05 nov. 2024.

PLEFH, A. C. V. et al. Sociopsychological factors influencing Brazilian farmers' intention to regularize their cheese production. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 108, n. 5, p. 5016-5026, maio 2025. American Dairy Science Association. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2024-25672>. Disponível em:

[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(25\)00116-X/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(25)00116-X/fulltext).

Acesso em: 05 jun. 2025.

RATHNAKUMAR, K; et al. Ultrasonic processing: effects on the physicochemical and microbiological aspects of dairy products. **Critical Reviews In Biotechnology**, [S.L.], v. 44, n. 8, p. 1638-1652, 21 abr. 2024. Informa UK

Limited. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/07388551.2024.2332941>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07388551.2024.2332941>. Acesso em: 27 out. 2024.

RAUT, J. S; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250–264, 2014.

Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669014005196>.

Acesso em: 26 nov. 2024.

RUDENKO, P; SACHIVKINA, N; VATNIKOV, Y. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. **Veterinary World**, v. 14, n. 1, p.40-48. 2021.

SADR, S. et al. Nanotechnology for effective bovine mastitis treatment:

applications in biosensors and vaccines. **Opennano**, [S.L.], v. 22, p. 100238, mar.

2025. Elsevier BV. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onano.2025.100238>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352952025000076>.

Acesso em: 05 abr. 2025.

SARAIVA, M. C; DUTRA, S. Â; BARROSO, A. B. O controle de qualidade na produção de queijo de Coalho no Brasil: uma revisão. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. e13412340534, 2 mar. 2023. Research,

Society and Development. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40534>.

Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40534>. Acesso em: 27 nov. 2025.

SILVA, B. A. et al. Use of a product based on wood vinegar of Eucalyptus clone I144 used in the control of bovine mastitis. **Veterinary Microbiology**, [S.L.], v. 279, p. 109670, abr. 2023. Elsevier BV. Doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.vetmic.2023.109670>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113523000226?via%3Dihub>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SILVA, V.O.; MESQUITA, R.V.S.C.; COELHO, M.I.S.; MACHADO, T.O.X.; et al.

Interference of natural extract from Jatobá (*Hymenaea martiana* Hayne) with the physico-chemical characteristics and yield of goat milk and cheese. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.74, n.1, p.126-132, 2022. Doi:

<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12282> Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/NZZtmyx5MMKvvs5YGfNCqfL/?lang=en>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SOARES, W.N.C. et al. Pyroligneous acid from *Mimosa tenuiflora* and *Eucalyptus urograndis* as an antimicrobial in dairy goats. **Journal of Applied Microbiology**,

v.131, n.2, p.604-614, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/jam.14977>. Disponível em:

[https://academic.oup.com/jambio/article-](https://academic.oup.com/jambio/article-abstract/131/2/604/6715413?redirectedFrom=fulltext)

[abstract/131/2/604/6715413?redirectedFrom=fulltext](https://academic.oup.com/jambio/article-abstract/131/2/604/6715413?redirectedFrom=fulltext). Acesso em: 26 nov. 2024

SZOSLAND-FAŁTYN, A.; MACIEJEWSKA, N.; BARTODZIEJSKA, B. Effect of Ripening Temperature on Microbial Safety and Biogenic Amine Levels in Rennet

Cheeses Produced from Raw Cow Milk. **Journal of Food Protection**, v. 88, n. 5, p. 100476, 2025. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0362028X25000286>. Acesso em: 26 mai. 2025.

URBAN-CHMIEL, R; OSEK, J; WIECZOREK, K. Methods of Controlling Microbial Contamination of Food. **Pathogens**, [S.L.], v. 14, n. 5, p. 492, 16 maio 2025.

MDPI AG. Doi: <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens14050492>. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2076-0817/14/5/492>. Acesso em: 05 jun. 2025.

VALENÇA, L. M. et al. Evaluation of residues of β -lactam, sulfonamide, tetracycline, quinolone, fluoroquinolone e pyrimidine in raw milk. **Food Science and Technology**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 603-606, set. 2021. FapUNIFESP

(SciELO). Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.23520>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/8ywDs44wtjnQpNJKKg4jhwx/?lang=en&format=pdf>.

Acesso em: 30 abr. 2024.

YUN, M.-J; YOON, S; LEE, Y. J. Monitoring and Characteristics of Major Mastitis Pathogens from Bulk Tank Milk in Korea. **Animals**, [S. l.], v. 10, n. 9, p. 1562,

2020. Doi: 10.3390/ani10091562. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/9/1562>. Acesso em: 5 nov. 2024.

ZALEWSKA, M. et al. The quality and technological parameters of milk obtained from dairy cows with subclinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 108, n. 2, p. 1285–1300, 2025. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030224012852>. Acesso em: 24 mar. 2025.