

EFEITOS DE BACTÉRIAS LÁTICAS NO CRESCIMENTO DE *Listeria monocytogenes* E SEU POTENCIAL DE BIOPRESERVAÇÃO EM QUEIJO MINAS FRESCAL

João Mattos Brum¹;

¹Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

Diego Ribeiro Toledo²;

²Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

Daniel Ribeiro Freire³;

³Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

Maria Eliza Vilela Sales⁴;

⁴Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

Humberto Moreira Húngaro⁵.

⁵Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais.

RESUMO: A biopreservação por bactérias ácido-láticas (BAL) e seus metabólitos constitui uma estratégia promissora para o controle de patógenos. O queijo Minas Frescal, produto de relevância socioeconômica em Minas Gerais, apresenta elevada umidade e composição nutricional que favorecem o crescimento de *Listeria monocytogenes*. O estudo avaliou o potencial bioprotetor de onze BAL, isoladas de leite cru de queijarias mineiras. As cepas foram testadas quanto atividade antagonista frente a *L. monocytogenes* ATCC 7644, atividade proteolítica e capacidade de acidificação. Os halos de antagonismo variaram de 3,5 a 5,5 mm; os halos de proteólise de 0 a 9 mm; e o pH (após 48 h) variou de 4,71 a 6,55. Quatro isolados, sem atividade proteolítica e com capacidade de acidificação limitada foram selecionados como promissores; entre eles, o isolado ITA_bac_1 foi levado a ensaio de co-cultivo com *L. monocytogenes* em Skim Milk 10%. Contudo, o co-cultivo não apresentou inibição, independentemente da concentração celular da BAL testada (3, 5 e 7 log UFC/mL). Os resultados indicam que o antagonismo *in vitro* não garante a mesma atividade na matriz láctea líquida devido ao efeito de diluição e capacidade tamponante do meio, exigindo estudos para viabilizar sua aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura protetora. Antagonismo microbiano. Biocontrole.

EFFECTS OF LACTIC ACID BACTERIA ON THE GROWTH OF *Listeria monocytogenes* AND THEIR BIOPRESERVATION POTENTIAL IN MINAS FRESCAL

ABSTRACT: Biopreservation by lactic acid bacteria (LAB) and their metabolites constitutes a promising strategy for pathogen control. Minas Frescal cheese, a product of socioeconomic relevance in Minas Gerais, has high moisture content and a nutritional composition that favors the growth of *Listeria monocytogenes*. This study evaluated the bioprotective potential of eleven LAB isolates from raw milk collected from cheese-processing facilities in Minas

Gerais. The strains were tested for antagonistic activity against *L. monocytogenes* ATCC 7644, proteolytic activity, and acidification capacity. The inhibition halos ranged from 3.5 to 5.5 mm; proteolysis halos from 0 to 9 mm; and pH (after 48 h) ranged from 4.71 to 6.55. Four isolates, without proteolytic activity and with limited acidification capacity, were selected as promising; among them, isolate ITA_bac_1 was subjected to a co-culture assay with *L. monocytogenes* in 10% Skim Milk. However, the co-culture showed no inhibition, regardless of the initial LAB cell concentration tested (3, 5, and 7 log CFU/mL). The results indicate that in vitro antagonism does not guarantee the same activity in the liquid dairy matrix due to the dilution effect and buffering capacity of the medium, requiring further studies to enable its application.

KEYWORDS: Protective culture. Microbial antagonism. Biocontrol.

INTRODUÇÃO

A produção de queijo Minas Frescal é amplamente difundida no estado de Minas Gerais. Além de sua importância cultural, o produto representa uma fonte de renda para a agricultura familiar e para as agroindústrias locais, contribuindo para a geração de renda e apresentando potencial de retorno relativamente rápido do investimento (Embrapa, 2023; Vinha *et al.*, 2010).

A qualidade higiênico-sanitária do queijo Minas Frescal representa uma preocupação para a segurança dos consumidores. Entre os principais patógenos associados a produtos lácteos, destaca-se a *Listeria monocytogenes*, que pode persistir em ambientes de processamento de alimentos e está associada a surtos de listeriose (Carpentier; Cerf, 2011; Amato *et al.*, 2017). Diante da severidade desse risco, a legislação brasileira exige a ausência desse microrganismo em 25 g de queijos (Brasil, 2022).

A ocorrência de *L. monocytogenes* em produtos lácteos está associada a diversos fatores, que incluem tanto a composição nutricional do leite, favorável ao desenvolvimento microbiano, quanto possíveis falhas nas etapas de ordenha, processamento, armazenamento e comercialização. Além disso, sua capacidade de sobreviver sob refrigeração favorece sua persistência ao longo da cadeia produtiva e de comercialização (Barancelli *et al.*, 2011). No caso do queijo Minas Frescal, o elevado teor de umidade e o consumo sem tratamento térmico após a fabricação aumentam a preocupação com esse patógeno (Pinto *et al.*, 2011).

Diante da necessidade de estratégias eficazes para o controle de *L. monocytogenes* em alimentos, o desenvolvimento de métodos de conservação que sejam seguros e sustentáveis tem ampliado o interesse pela biopreservação de alimentos. Essa abordagem consiste na utilização de microrganismos benéficos e/ou de seus metabólitos para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, contribuindo para a segurança microbiológica e para o aumento da vida útil dos alimentos (Barcenilla *et al.*, 2022). Além de contribuir para a proteção do consumidor, a adoção de estratégias inovadoras de conservação pode agregar valor aos produtos e favorecer a competitividade de agroindústrias, especialmente aquelas de menor escala (Vinha *et al.*, 2010).

Nesse contexto, as bactérias ácido-láticas (BAL) destacam-se como importantes agentes de biopreservação, sendo amplamente empregadas na indústria de alimentos e reconhecidas pela capacidade de produzir diferentes compostos com atividade antimicrobiana, incluindo ácidos orgânicos, peróxido de hidrogênio e bacteriocinas. Entre esses compostos, as bacteriocinas constituem peptídeos antimicrobianos capazes de atuar sobre células de microrganismos sensíveis, frequentemente por meio da interação com a membrana celular e consequente comprometimento de sua integridade, apresentando potencial para aplicação na conservação de alimentos (Mu *et al.*, 2024).

Assim, a avaliação de novos isolados de BAL com capacidade de inibir microrganismos patogênicos pode contribuir para a identificação de culturas com potencial de aplicação na bioproteção de produtos lácteos.

OBJETIVO

Investigar o potencial de isolados de bactérias ácido-láticas no controle do crescimento de *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, sua atividade proteolítica e capacidade de acidificação na matriz láctea, visando identificar culturas com potencial para aplicação como agentes de bioproteção em queijo Minas Frescal.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Alimentos e Águas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Foram utilizados 11 isolados de bactérias lácticas, previamente obtidos de amostras de leite cru provenientes de regiões produtoras de queijos artesanais de Minas Gerais. Os isolados foram identificados por códigos referentes à região de origem e à morfologia celular: ITA_coco_1, ITA_coco_2, ITA_coco_3, ITA_coco_5, ITA_bac_1, ITA_bac_2, ITA_bac_3, ITA_bac_5, VERT_bac_1, VERT_bac_3 e VERT_bac_4. Além desses isolados, foram utilizados também cepas de *Lactocaseibacillus rhamnosus* ATCC 53103 LGG e de *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 no estudo. As bactérias lácticas foram mantidas sob congelamento em meio Skim Milk 10% com 50% de glicerol, enquanto que *L. monocytogenes* foi armazenada em caldo Triptona de Soja (TSB) com 30% de glicerol.

A etapa experimental inicial consistiu na avaliação da atividade antagonista dos isolados, utilizando o método de sobrecamada (*spot-on-the-lawn*), adaptado de Macaluso *et al.* (2016). Após o cultivo dos isolados de BAL em caldo Man, Rogosa e Sharpe (MRS) a 30 °C por 48 horas, em condições de anaerobiose, alíquotas de 1 µL foram depositadas em placas de ágar MRS e incubadas a 30°C por 24 horas em anaerobiose. Após a incubação, alíquotas de 1 mL de cultura de *L. monocytogenes* ATCC 7644, cultivada *overnight*, foram adicionadas em 10 mL de ágar 0,7% de Infusão de Cérebro e Coração (BHI) e espalhados sobre as placas de MRS contendo o inóculo inicial do isolado crescido (*spot*). As placas foram re-incubadas a 30°C por 24 horas em condições aeróbicas para avaliar a presença de zonas de inibição ao redor das colônias das bactérias lácticas. A atividade inibitória foi

quantificada medindo-se o diâmetro total dos halos de inibição formados com o auxílio de uma régua milimetrada.

Em seguida, os isolados que demonstraram atividade antagonista foram selecionados para a avaliação de características relevantes para sua potencial aplicação em Queijo Minas Frescal, incluindo a ausência de atividade proteolítica e a reduzida capacidade de acidificação. A atividade proteolítica foi verificada pela formação de halos transparentes em ágar *Skim Milk* (1% p/v) após 4 dias de incubação a 30 °C, conforme o protocolo de triagem utilizado por Onofre e Silva *et al.* (2020). A capacidade de acidificação foi testada em leite UHT integral para determinar a cinética de redução do pH, conforme descritos por Oliveira *et al.* (2024), com o pH monitorado em intervalos de 2 horas durante as primeiras 8 horas, e, posteriormente, em 24 horas e 48 horas após a inoculação.

Com base nos resultados dos ensaios de triagem, foi selecionada uma estirpe que apresentou atividade antagonista, ausência de atividade proteolítica e menor capacidade de acidificação. O ensaio de co-cultura foi realizado inoculando-se simultaneamente culturas padronizadas do isolado selecionado e do patógeno *L. monocytogenes* ATCC 7644 em caldo *Skim Milk* a 10%, nas concentrações iniciais de 3, 5 e 7 log UFC/mL de BAL A incubação foi realizada a 30 °C, e o crescimento do patógeno foi monitorado a cada 3 horas durante as primeiras 9 horas e, posteriormente, nos tempos de 24 horas e 48 horas. As contagens de *L. monocytogenes* foram determinadas pela técnica de microgotas, utilizando-se o meio seletivo Ágar Cromogênico *Listeria* Base (ALOA).

Todos os experimentos descritos foram realizados em duplicatas independentes e com a estirpe controle *Lactocaseibacillus rhamnosus* ATCC 53103 LGG. Os resultados obtidos para o pH, os halos de inibição (mm) e as contagens microbiológicas (log UFC/mL) foram organizados e analisados de forma descritiva, sendo expressos como média $\pm$ desvio-padrão. Para facilitar a interpretação e a comparação dos resultados, os dados foram apresentados graficamente, incluindo mapas de calor e curvas de cinética de crescimento e acidificação.

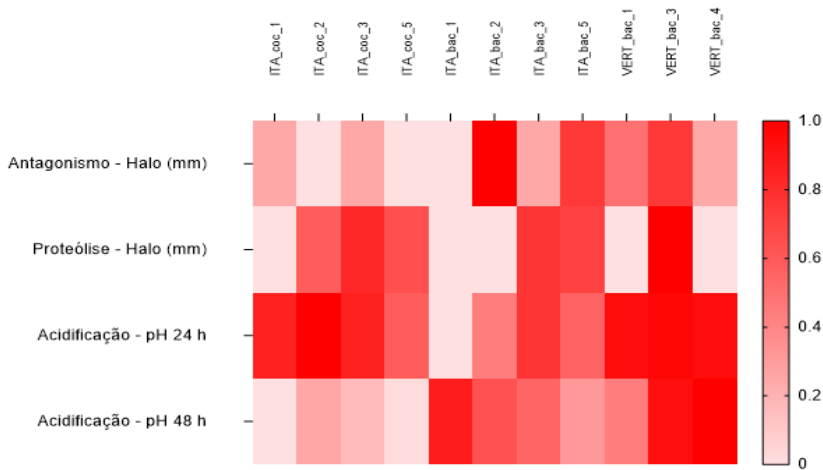
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação inicial dos isolados evidenciou variabilidade quanto à atividade antagonista contra *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, bem como em relação à atividade proteolítica e à capacidade de acidificação (Gráfico 1). Esses resultados permitiram estabelecer um perfil promissor dos isolados e orientar a seleção para as etapas subsequentes do estudo.

Os ensaios de antagonismo revelaram halos de inibição entre 3,5 e 5,5 mm, valores semelhantes aos descritos na literatura e considerados indicativos de atividade inibitória (Macaluso *et al.*, 2016). Em relação à avaliação da proteólise, os halos de atividade proteolítica variaram de 0 a 9 mm. A aplicação de culturas bioprotetoras em QMF requer culturas com baixa capacidade de acidificação e ausência de atividade proteolítica, a fim de minimizar possíveis alterações tecno-funcionais no produto. Essas características são importantes para evitar a degradação excessiva das proteínas do leite e preservar a

estrutura, a textura e as características sensoriais do queijo (Onofre e Silva *et al.*, 2020).

Gráfico 1: Mapa de calor dos resultados dos ensaios de antagonismo (halo de inibição em mm), proteólise (halo em mm) e acidificação (pH após 24 h e 48 h de incubação) dos diferentes isolados de bactérias lácticas avaliadas.



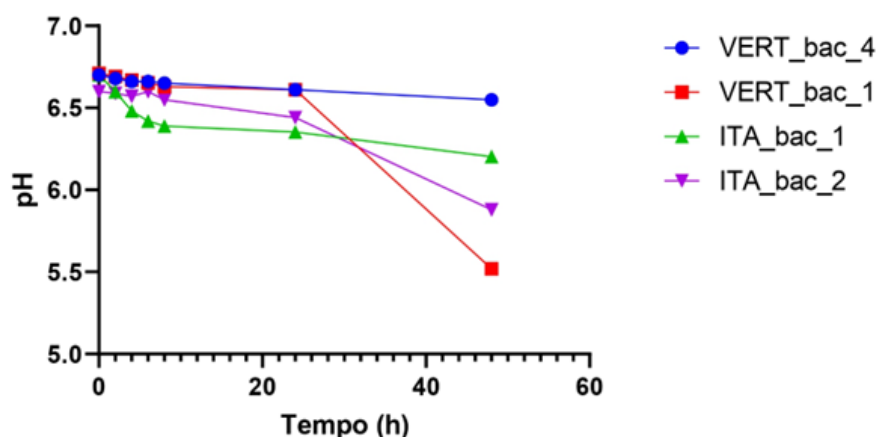
Legenda: Os dados apresentados foram normalizados em uma escala de 0 a 1. O valor máximo para os halos de inibição foi de 5,5mm e o mínimo de 3,5mm, para proteólise o maior halo foi de 9mm e o mínimo 0mm e a capacidade de acidificação teve como valor mínimo o pH de 4,71 e máximo de 6,55.

Fonte: Autores (2026).

A avaliação da acidificação demonstrou que a atividade das bactérias lácticas variaram em função do tempo de incubação. Observou-se um intervalo de valores médios de pH entre 4,71 e 6,55, indicando diferenças perceptíveis na capacidade de acidificação entre as cepas. Amostras que atingiram valores inferiores a pH 5,50 dentro de 48 horas de incubação foram classificadas como de maior potencial acidificante, ao passo que aquelas que mantiveram pH acima desse limite apresentaram capacidade limitada de acidificação, conforme descrito por Oliveira *et al.*, 2024. Essa diferenciação é relevante, pois cepas com acidificação reduzida podem ser preferencialmente aplicadas em matrizes alimentares, como no queijo Minas Frescal, evitando alterações indesejáveis nas características sensoriais do produto e, ao mesmo tempo, preservando seu potencial de bioproteção para aplicação futura em matrizes alimentares.

A partir da avaliação conjunta dos resultados de antagonismo, atividade proteolítica e capacidade de acidificação, quatro isolados foram selecionados por não apresentarem atividade proteolítica e por demonstrarem baixa capacidade de acidificação (Gráfico 2).

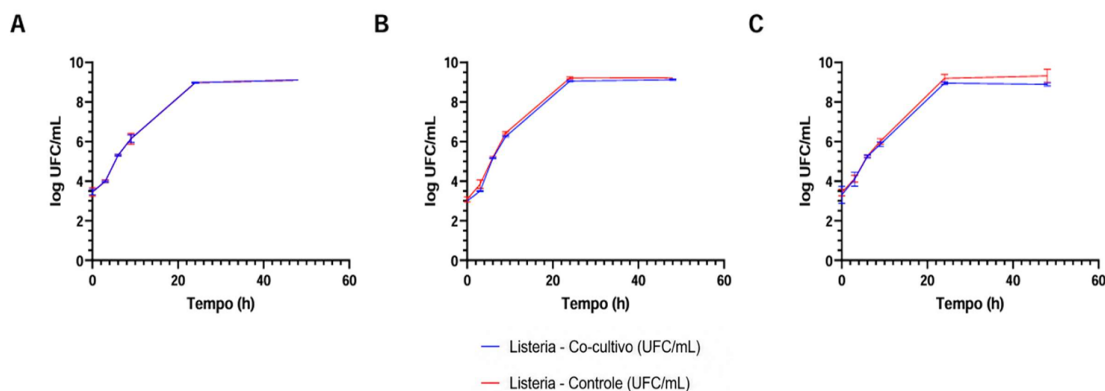
Gráfico 2: Curva de acidificação dos isolados de bactérias lácticas não proteolíticas e com limitada capacidade de acidificação.



Fonte: Autores (2026).

Entre eles, o isolado ITA_bac_1 apresentou uma das menores variações de pH, com redução de 6,70 para 6,32, além de apresentar halo de inibição de 3,5 mm e ausência de atividade proteolítica. Esse conjunto de características indicou um perfil favorável para sua aplicação como cultura bioprotetora, uma vez que combina atividade antagonista com baixa capacidade de alteração das características da matriz láctea. Por esse motivo, o isolado ITA_bac_1 foi selecionado para os ensaios de co-cultura (Gráfico 3).

Gráfico 3: Curvas de crescimento do co-cultivo de bactéria láctica com *Listeria monocytogenes* em três diferentes concentrações celulares de bactéria láctica: 3 (A), 5 (B) e 7 (C) log UFC/mL.



Fonte: Autores (2026).

Apesar do potencial demonstrado na triagem em meio semi-sólido no experimento de antagonismo, o ensaio de co-cultivo em caldo *Skim milk* a 10% apresentou um cenário diferente. O monitoramento do crescimento não evidenciou atividade inibitória significativa do isolado ITA_bac_1 contra *L. monocytogenes* (adotando-se como critério de inibição uma redução 1,0 log UFC/mL em relação ao controle), independentemente da concentração celular testada nos inóculos (3, 5 e 7 log UFC/mL) (Gráfico 3). A ausência de inibição de crescimento no caldo *Skim milk* indica que a capacidade antagonista da cepa ITA_bac_1,

embora observada na triagem inicial em ágar, não foi suficiente para suprimir a proliferação do patógeno nas condições simuladas de incubação (35 °C durante 48 horas).

A discrepância entre a eficácia inibitória observada na triagem em meio semi-sólido (ágar) e a ausência de inibição significativa no co-cultivo em meio líquido (*Skim milk*) levanta questionamento quanto a dinâmica antimicrobiana do isolado ITA_bac_1. Na técnica de sobrecamada, os metabólitos ativos (como ácidos orgânicos e bacteriocinas) difundem-se diretamente no ágar ao redor da colônia produtora, criando um microambiente inibitório localizado que inibe o crescimento de *L. monocytogenes* (Balouiri *et al.*, 2016).

Em sistemas líquidos, por sua vez, os compostos produzidos pelas bactérias tendem a se distribuir pelo volume total do meio, o que pode reduzir sua concentração local e, conseqüentemente, a intensidade do efeito inibitório. A literatura já descreve a dificuldade de recuperar níveis expressivos de atividade antimicrobiana em caldos de cultivo quando comparados aos ensaios realizados em meios semi-sólidos, sendo frequentemente observados baixos rendimentos de produção de bacteriocinas em sistemas líquidos (Silva *et al.*, 2018; Yap *et al.*, 2022).

Essa limitação pode ser ainda mais relevante em matrizes lácteas, como o *Skim Milk*, que apresentam elevada capacidade tamponante em decorrência de sua composição proteica, especialmente pelo conteúdo de caseínas (Salaün; Mietton; Gaucheron, 2005). A capacidade tamponante pode atenuar a redução do pH decorrente da produção de ácidos orgânicos pelas bactérias lácticas, reduzindo uma das possíveis contribuições desse mecanismo para a inibição de *L. monocytogenes*. Além disso, alterações no pH podem influenciar a conformação estrutural e ativação de determinadas bacteriocinas, de modo que a manutenção de condições menos ácidas na matriz pode contribuir para a redução de sua atividade inibitória (Gálvez *et al.*, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios de antagonismo *in vitro* evidenciaram que os isolados de bactérias ácido-láticas avaliados apresentam atividade inibitória frente a *Listeria monocytogenes*, indicando a capacidade desses microrganismos de produzir compostos com ação antimicrobiana e reforçando seu potencial preliminar como culturas protetoras. Vale ressaltar, contudo, que os experimentos foram conduzidos em duplicatas independentes, configurando uma base amostral restrita, e que o antagonismo *in vitro* não garante a mesma atividade em matrizes alimentares.

Além da atividade antagonista, a identificação de isolados não proteolíticos e com limitada capacidade de acidificação representa um resultado relevante do ponto de vista tecno-funcional para produtos como o queijo, uma vez que tais características favorecem a preservação das propriedades sensoriais e estruturais do queijo, ampliando as perspectivas de aplicação desses isolados em alimentos lácteos.

Embora o ensaio de co-cultivo em meio líquido não tenha evidenciado inibição significativa do patógeno nas condições avaliadas, os resultados sugerem que essa

limitação pode estar associada a fatores como a diluição dos metabólitos antimicrobianos e a forte capacidade tamponante do sistema lácteo. Para contornar esse efeito e viabilizar a aplicação industrial, torna-se essencial a novos estudos para avaliar a interação entre os isolados e a matriz láctea e compreender os fatores que podem limitar sua atividade antimicrobiana.

Abordagens como a aplicação de extratos concentrados contendo os metabólitos ativos, a otimização prévia das condições de cultivo das cepas ou a aplicação direcionada das culturas protetoras na superfície dos alimentos consistem em alternativas para minimizar a interferência da matriz e favorecer a expressão do potencial bioprotetor observado nos ensaios preliminares (Gálvez *et al.*, 2007; Barcenilla *et al.*, 2022).

Dessa forma, o potencial de aplicação desses isolados em estratégias de biopreservação de matrizes lácteas, como o queijo Minas Frescal, configura-se atualmente como uma hipótese remanescente e promissora, cuja viabilidade prática e industrial dependerá da superação dos desafios impostos pela matriz alimentar em investigações futuras.

REFERÊNCIAS

- AMATO, E. *et al.* **Identification of a major *Listeria monocytogenes* outbreak clone linked to soft cheese in Northern Italy - 2009-2011.** BMC Infectious Diseases, 17(1), 1–7, 2017. DOI: doi.org/10.1186/s12879-017-2441-6. Acesso em: 10 ago. 2026.
- BALOUIRI, M. *et al.* **Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review.** Journal of Pharmaceutical Analysis, v. 6, n. 2, p. 71-79, 2016. DOI: 10.1016/j.jpha.2015.11.005. Acesso em: 13 ago. 2026.
- BARANCELLI, G. V.; SILVA-CRUZ, J. V.; PORTO, E.; OLIVEIRA, C. A. F. ***Listeria monocytogenes*: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 78, n. 1, p. 155-168, 2011. DOI: 10.1590/1808-1657v78p1552011. Acesso em: 15 ago. 2026.
- BARCENILLA, C.; DUCIC, M.; LÓPEZ, M.; PRIETO, M.; ÁLVAREZ-ORDÓÑEZ, A. **Application of lactic acid bacteria for the biopreservation of meat products: A systematic review.** Meat Science, 183, 2022. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108661. Acesso em: 15 ago. 2026.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, ed. 126, 6 jul. 2022. Acesso em: 16 ago. 2026.
- CARPENTIER, B.; CERF, O. **Review - Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises.** International Journal of Food Microbiology, 145(1), 1–8, 2011. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.005. Acesso em: 14 ago. 2026.
- EMBRAPA. **Anuário Leite 2023: a força dos laticínios.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/>

publicacao/1154264/anuario-leite-2023-leite-baixo-carbono. Acesso em: 15 ago. 2026.

GÁLVEZ, A.; ABRIOUEL, H.; LÓPEZ, R. L.; BEN OMAR, N. **Bacteriocin-based strategies for food biopreservation**. International Journal of Food Microbiology, v. 120, n. 1-2, p. 51-70, 2007. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.06.001. Acesso em: 16 ago. 2026.

MACALUSO, G. *et al.* **In vitro evaluation of bacteriocin-like inhibitory substances produced by lactic acid bacteria isolated during traditional Sicilian cheese making**. Italian Journal of Food Safety, 5(5503), 1–6, 2016. DOI: 10.4081/ijfs.2016.5503. Acesso em: 13 ago. 2026.

MU, Yulin; ZHANG, Chengxiao; JIN, Chun-Zhi; LI, Taihua; JIN, Feng-Jie; LEE, Hyung-Gwan; JIN, Long. **Antibacterial activity and action mode of crude bacteriocin C2-1 from Ligilactobacillus salivarius C2-1 against Listeria monocytogenes CICC 21633**. LWT, v. 193, p. 115765, 2024. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.115765. Acesso em: 14 ago. 2026.

OLIVEIRA, D.; OLIVEIRA, J.; RIGLING, M.; ZHANG, Y.; WEISS, A.; SCHMIDT, H. **Rapid acidification and off-flavor reduction of pea protein by fermentation with lactic acid bacteria and yeasts**. Foods, 13(4), 588, 2024. DOI: 10.3390/foods13040588. Acesso em: 17 ago. 2026.

ONOFRE E SILVA, E. O.; NESPOLO, C. R.; SEHN, C. P.; PINHEIRO, F. C.; STEFANI, L. M. **Lactic acid bacteria with antimicrobial, proteolytic and lipolytic activities isolated from ovine dairy products**. Food Science and Technology, v. 40, supl. 1, p. 293–299, 2020. DOI: doi.org/10.1590/fst.11019. Acesso em: 18 ago. 2026.

PINTO, F. G. S.; SOUZA, M.; SALING, S.; MOURA, A. C. **Qualidade microbiológica de queijo Minas frescal comercializado no município de Santa Helena, PR, Brasil**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 191-198, 2011. DOI: doi.org/10.1590/1808-1657v78p1912011. Acesso em: 16 ago. 2026.

SALAÜN, F.; MIETTON, B.; GAUCHERON, F. **Buffering capacity of dairy products**. International Dairy Journal, v. 15, n. 2, p. 95-109, 2005. DOI: 10.1016/j.idairyj.2004.06.007. Acesso em: 17 ago. 2026.

SILVA, C. C. G. da; SILVA, S. P. M.; RIBEIRO, S. C. **Application of bacteriocins and protective cultures in dairy food preservation**. Frontiers in Microbiology, v. 9, p. 594, 2018. DOI: 10.3389/fmicb.2018.00594

VINHA, M. B *et al.* **Fatores socioeconômicos da produção de queijo minas frescal em agroindústrias familiares de Viçosa, MG**. Ciência Rural, 40(9), p. 2023–2029, 2010. DOI: doi.org/10.1590/S0103-84782010005000152. Acesso em: 16 ago. 2026.

YAP, P. G.; LAI, Z. W.; TAN, J. S. **Bacteriocins from lactic acid bacteria: purification strategies and applications in food and medical industries: a review**. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences, v. 11, n. 51, 2022. DOI: 10.1186/s43088-022-00227-x. Acesso em: 16 ago. 2026.