

Pesquisa e Ações em Saúde Pública

Edição XXVI

Capítulo 33

MICROORGANISMOS TERMODÚRICOS NO LEITE PASTEURIZADO: IMPACTO NA QUALIDADE E SAÚDE PÚBLICA

ANNA SILVIA LOPES CORREIA¹
GABRIELA RODRIGUES TAVEIRA¹
IURY APARECIDO LIMA DE FREITAS¹
MARIA BRENA LEAL DOS SANTOS¹
MAYLA STEFANNE SANTOS MAGALHAES¹
MIGUEL TAVARES NEVES NETO¹
SINTYALINS GONCALVES FAÇANHA¹
TATIANA DIDIER ALENCAR¹
BRENO BEZERRA ARAGÃO²

¹Discente – Medicina Veterinária da Universidade Federal do Cariri.

²Docente – Medicina Veterinária da Universidade Federal do Cariri.

Palavras-Chave: Qualidade do Leite; Segurança de Alimentos; Saúde Pública.

DOI

10.59290/4200195450

EDITORA
P PASTEUR

INTRODUÇÃO

Produzindo aproximadamente 34 bilhões de litros de leite por ano, o Brasil é o terceiro colocado no ranking mundial de países na produção desse produto, estando atrás apenas dos Estados Unidos da América e da Índia (ROCHA *et al.*, 2020). Apesar do leite ser um alimento com uma fonte importante de nutrientes incluindo proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas, sua composição oferece um ambiente propício para a proliferação e crescimento de microrganismos heterótrofos. Esses microrganismos podem se aproveitar dos nutrientes presentes no leite, representando um risco à saúde humana se não forem controlados adequadamente (BRITO *et al.*, 2021).

De acordo com Arioto (2020), o maior problema atualmente no Brasil está no comprometimento da qualidade ainda na propriedade, pois o leite já sai com altas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, o que representa um risco direto à saúde pública, uma vez que facilita a transmissão de patógenos e reduz a segurança do alimento destinado ao consumo humano. A higiene e o controle do leite e produtos lácteos têm como objetivo básico assegurar a inocuidade ao consumidor. O processo de higienização e controle microbiológico dos contaminantes presentes no leite em toda sua cadeia de produção e distribuição, como também de seus derivados, é um fator importante para a obtenção de produtos de qualidade (REIS *et al.*, 2013).

A pasteurização torna o produto seguro de forma microbiologicamente eficiente contra microrganismos patogênicos (LEITE *et al.*, 2024). A maioria dos microrganismos patogênicos são destruídos pela pasteurização, porém, embora o processo seja eficiente, o tratamento térmico não é capaz de eliminar esporos termorresistentes chamados de “microrganismos ter-

modúricos”, podendo haver contaminação do leite mesmo após a pasteurização (BRITO *et al.*, 2021). Algumas bactérias dos gêneros *Micrococcus*, *Enterococcus*, alguns *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* e esporos de *Bacillus* são termorresistentes ao processo térmico, esses contaminantes podem se multiplicar em temperaturas baixas, causando alterações no sabor, aroma, viscosidade e qualidade do leite (PINTO *et al.*, 2024).

Portanto, é essencial adotar práticas rigorosas de higiene durante todas as etapas da produção, manipulação e armazenamento do leite para garantir sua segurança e qualidade, incluindo desde a higiene durante a ordenha até o processamento adequado e o armazenamento em condições controladas de temperatura, minimizamos os riscos associados à presença de microrganismos indesejados (MENEZES *et al.*, 2014).

Assim, a presente revisão tem como objetivo descrever os aspectos relacionados à qualidade microbiológica do leite, bem como os possíveis contaminantes encontrados nesse produto, evidenciando a pasteurização como uma prática eficaz para eliminar grande parte dos patógenos, embora não elimine todos os esporos termorresistentes. Desse modo, as práticas rigorosas de higiene em todas as etapas da produção e processamento são fundamentais para controlar a presença de microrganismos no leite e assegurar a segurança dos alimentos aos consumidores.

MÉTODO

O presente capítulo foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura acerca dos microrganismos termodúricos no leite pasteurizado e seu impacto na qualidade e na saúde pública, com base em artigos científicos selecionados em bases de dados nacionais e internacionais. Para a identificação dos estudos de interes-

se, realizou-se uma busca sistematizada nas plataformas Google Acadêmico, SciELO, PubMed, *ScienceDirect*, Periódicos CAPES e PubVet, abrangendo todo o período disponível.

Na formulação da estratégia de busca, foram utilizados os seguintes descritores: “microrganismos termodúricos” OR “Bactérias esporuladas” OR “*Bacillus cereus*” OR “*Paenibacillus*” OR “Bactérias resistentes ao calor” AND Leite OR “Leite pasteurizado” OR “Laticínios” AND “Qualidade do leite” OR “Qualidade microbiológica” OR “Vida útil” AND “Saúde pública” OR “Segurança alimentar” OR “Doenças transmitidas por alimentos”. Os critérios de inclusão adotados foram: (a) artigos publicados em português ou inglês; (b) disponibilidade gratuita e integral do texto; e (c) pertinência direta ao tema proposto. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, comentários e publicações que não abordassem especificamente o objeto central da pesquisa.

A seleção dos trabalhos foi realizada em três etapas: leitura de títulos, resumos e palavras-chave, seguida da leitura integral dos artigos considerados relevantes. Os dados obtidos foram organizados em planilha, contemplando ano de publicação, autores, base de dados, periódico e principais informações extraídas. A análise foi conduzida de forma descritiva e qualitativa, utilizando o software Microsoft Office Word, e a síntese final foi apresentada em formato dissertativo, discutindo a influência dos microrganismos termodúricos sobre a qualidade do leite pasteurizado, seus impactos na saúde pública e as implicações para a segurança dos alimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pasteurização é um dos processos mais importantes e amplamente utilizados na indústria de produtos lácteos, sendo essencial para garantir a segurança microbiológica do leite

destinado ao consumo humano. Tendo como objetivo principal eliminar microrganismos patogênicos e reduzir de forma significativa a população de microrganismos deteriorantes, preservando, assim, a qualidade sensorial e nutricional do produto final.

Embora seja eficiente, a pasteurização não consegue eliminar todos os microrganismos presentes no leite cru, principalmente aqueles que apresentam maior resistência ao calor, como os microrganismos termodúricos. A sobrevivência desses organismos após o tratamento térmico é um desafio constante para a indústria de produtos lácteos, pois pode ocorrer a multiplicação desses microrganismos durante o armazenamento, comprometendo a qualidade do leite e reduzindo sua vida útil.

A resistência desses microrganismos às condições de pasteurização é ocasionada por características específicas, como a formação de estruturas altamente resistentes, como os esporos, além da produção de enzimas termoestáveis, principalmente proteases e lipases, que permanecem ativas mesmo após o tratamento térmico.

Essas enzimas degradam os constituintes do leite, especialmente proteínas e gorduras, resultando em alterações físico-químicas e sensoriais, conseqüentemente um sabor amargo, rancificação e modificação da textura, levando à diminuição da qualidade e do tempo de prateleira do produto. Além das enzimas microbianas, a presença de enzimas endógenas, como a plasmina, também contribui para a degradação do leite durante o armazenamento, principalmente em condições inadequadas de refrigeração (VIDAL-MARTINS *et al.*, 2005).

Diversos fatores influenciam a ocorrência e a proliferação desses microrganismos. Entre eles, se tem a qualidade inicial do leite cru, a higiene durante a ordenha e dos equipamentos, a

qualidade da água utilizada no processo e a ocorrência de contaminação pós-pasteurização.

Em países com sistemas de produção mais controlados, como os Estados Unidos e nações da União Europeia, é comum que o leite pasteurizado apresenta uma vida útil de até 20 dias, devido a uma baixa contagem microbiana inicial e boas práticas de fabricação. Por outro lado, no Brasil, a vida útil média do leite pasteurizado costuma ser inferior a cinco dias, devido à alta carga microbiana no leite cru, falhas durante o processamento e problemas no envase e transporte (VIDAL-MARTINS *et al.*, 2005).

A refrigeração do leite cru, passou a ser obrigatória no Brasil com a Instrução Normativa nº 51/2002, representando um avanço importante ao reduzir perdas por acidificação e melhorar o controle na coleta e transporte do leite. Entretanto, esse resfriamento também favoreceu a seleção de bactérias psicotróficas, capazes de se multiplicar em baixas temperaturas e produzir enzimas termoestáveis que resistem à pasteurização, impactando diretamente a qualidade do leite pasteurizado e de seus derivados (REIS *et al.*, 2013). Entre essas bactérias, o gênero *Pseudomonas* se destaca por representar 50 a 70% da microbiota Gram-negativa do leite cru refrigerado. As proteases e lipases produzidas por essas bactérias continuam ativas mesmo após o aquecimento, acelerando a deterioração e favorecendo a ocorrência de defeitos como sabor amargo e rancificação (SAMPAIO *et al.*, 2015).

Além da atividade enzimática, a sobrevivência de microrganismos após a pasteurização está relacionada à presença de esporos bacterianos altamente resistentes, denominados *highly heat resistant spores* (HHRS). Esses esporos são formados principalmente por bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Paenibacillus*, sendo responsáveis por grande parte dos casos de deterioração em leite pasteurizado (VIDAL-MARTINS

et al., 2005). Zacarchenco *et al.* (2000) identificaram a presença desses esporos em 71,4% das amostras de leite analisadas, demonstrando a elevada frequência e importância desse grupo de microrganismos no contexto brasileiro.

Embora os formadores de esporos sejam os mais comumente associados a problemas em laticínios, estudos recentes também têm destacado a relevância de bactérias não esporuladas, como espécies dos gêneros *Streptococcus* e *Enterococcus*, que podem sobreviver ao processo de pasteurização e causar contaminações persistentes no leite pasteurizado e em seus derivados (VIDAL-MARTINS *et al.*, 2005). A presença desses microrganismos não só prejudica a qualidade do produto, como também representa um risco à saúde pública, especialmente quando estão envolvidos microrganismos patogênicos.

Um exemplo importante é *Bacillus cereus*, frequentemente isolado de leite e produtos lácteos. Essa espécie, além de deteriorar o leite, tem importância epidemiológica por sua capacidade de produzir toxinas enterotoxigênicas, responsáveis por surtos de toxinfecção alimentar.

Estudos brasileiros, como o de Rezende *et al.* (2000), identificaram a presença de *B. Cereus* em 34,1% das amostras de leite UAT, atribuindo a contaminação principalmente à alta carga de esporos na matéria-prima e a falhas higiênico-sanitárias durante a obtenção do leite cru. A legislação brasileira exige a ausência de microrganismos patogênicos após sete dias de incubação a 35-37 °C, mas os dados observados demonstram que o controle ainda representa um desafio significativo (RIBEIRO JÚNIOR *et al.*, 2018).

A qualidade microbiológica do leite também é avaliada por meio da Contagem Bacteriana Total (CBT) e da identificação de grupos específicos de microrganismos, como psicro-

tróficos, termodúricos e termófilos. Essa análise permite inferir tanto a qualidade do leite cru quanto a eficiência do processamento térmico (SAMPAIO *et al.*, 2015). Os microrganismos psicrotróficos, por exemplo, são frequentemente incorporados ao leite durante a ordenha e, quando o leite é armazenado sob refrigeração, eles se multiplicam e produzem enzimas resistentes ao calor. Após a pasteurização, essas enzimas continuam ativas e, associadas à sobrevivência de microrganismos termodúricos, resultam em um efeito sinérgico que acelera a deterioração do produto final (VIDAL-MARTINS *et al.*, 2005).

Além de todos esses impactos, a presença de microrganismos termodúricos representa um prejuízo econômico importante para a cadeia produtiva. Lotes contaminados frequentemente precisam ser descartados ou apresentam vida útil reduzida, aumentando os custos de produção e diminuindo a competitividade no mercado. Ademais, a ocorrência de patógenos como *B. cereus* pode levar a surtos de doenças de origem alimentar, afetando a confiança do consumidor e exigindo ações corretivas por parte da indústria.

O controle eficaz desses microrganismos depende de uma abordagem integrada, envolvendo desde o manejo adequado na propriedade rural até o processamento industrial. A redução da carga microbiana inicial no leite cru é considerada a principal estratégia, já que a pasteurização não é capaz de eliminar completamente organismos resistentes ao calor. Medidas como a higienização correta de equipamentos, uso de água potável, monitoramento da saúde do rebanho e treinamento dos trabalhadores são fundamentais para prevenir a entrada de microrganismos na cadeia produtiva (LEITE *et al.*, 2024).

Dessa forma, os microrganismos termodúricos constituem um desafio significativo para a indústria de laticínios, comprometendo a qua-

lidade, a segurança dos alimentos e a viabilidade econômica da produção de leite e derivados. A compreensão de sua ecologia, vias de contaminação e impacto sobre o produto final é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle, visando garantir um leite seguro, de alta qualidade e com maior vida de prateleira.

CONCLUSÃO

A qualidade microbiológica do leite é um dos fatores primordiais que definem sua segurança e aceitação para o consumo humano. Apesar da pasteurização ser um processo amplamente eficiente na remoção de microrganismos patogênicos, os agentes microbianos termodúricos persistem como um obstáculo significativo para a indústria de laticínios. A resistência desses organismos, relacionada à produção de enzimas termoestáveis, favorece de forma expressiva para modificações sensoriais e físico-químicas, prejudicando a vida útil do produto e ampliando os riscos para a saúde pública. No Brasil, esse entrave se mostra ainda mais delicado em razão da intensa carga microbiana inicial do leite cru e das falhas higiênico-sanitárias em diferentes pontos da cadeia produtiva, desde a ordenha até o transporte e processamento. Essa realidade contrasta com países que apresentam maior supervisão na produção, nos quais a vida útil do leite pasteurizado é consideravelmente mais longa. Assim, reforça-se que a pasteurização, embora essencial, não deve ser vista como solução isolada, mas como parte de um sistema integrado de boas práticas agroindustriais. A prevenção da contaminação por microrganismos resistentes ao calor depende de medidas que incluem manejo adequado dos animais, higiene rigorosa dos equipamentos, regulação da qualidade da água utilizada e armazenamento em condições adequadas de refrigeração. Além disso, o treinamento dos trabalhado-

res e o monitoramento constante da Contagem Bacteriana Total são ferramentas fundamentais para reduzir a entrada e a multiplicação desses organismos na cadeia produtiva. Assim, os microrganismos termodúricos constituem não apenas um impedimento tecnológico, mas também uma ameaça à segurança alimentar e à via-

bilidade econômica do setor lácteo. O combate desse desafio requer a integração de ciência, tecnologia e gestão eficiente, garantindo a elaboração de um leite de qualidade superior, seguro ao usuário destinatário e competitivo no comércio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIOTO, L. R. M. *et al.* Potencial deteriorante da microbiota mesófila, psicrotrófica, termodúrica e esporulada do leite cru. *Ciência Animal Brasileira*, v. 21, p. e44034, 2020. DOI: 10.1590/S1809-689120202134034.
- BRITO, M. A. *et al.* Tipos de microrganismos. Embrapa Gado de Leite, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/qualidade-higienica/microrganismos/tipos-de-microrganismos. Acesso em: 19 jun. 2024.
- LEITE, B. J. N. *et al.* A influência dos microrganismos na produção e qualidade de leite e seus subprodutos. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, v. 7, n. 15, p. e151371, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.151371.
- MENEZES, M. F. C. *et al.* Microbiota e conservação do leite. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET/UFSM*, v. 18, ed. especial, p. 76–89, mai. 2014. DOI: 10.5902/2236117013033.
- PINTO, U. M. *et al.* Microbiologia e higiene de alimentos: teoria e prática. Tradução. Rio de Janeiro: Rubio, 2019.
- REIS, K. T. M. G. *et al.* Qualidade microbiológica do leite cru e pasteurizado produzido no Brasil: revisão. *Journal of Health Sciences*, v. 15, 2013. <https://doi.org/10.17921/2447-8938.2013v0n0p%25p>.
- REZENDE, N. C. M.; ROSSI JR., O. D.; AMARAL, L. A. Ocorrência de bactérias do grupo de *Bacillus cereus* em leite UHT integral (Ultra-High-Temperature). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 7, p. 162–166, 2000. DOI: 10.4322/rbcv.2014.
- REZENDE-LAGO, N. C. M. *et al.* Ocorrência de *Bacillus cereus* em leite integral e capacidade enterotoxigênica das cepas isoladas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 1563–1569, 2007. DOI: 10.1590/S0102-09352007000600020.
- RIBEIRO, J. J. C. *et al.* Diversidade genética de microrganismos termodúricos deteriorantes do leite de propriedades leiteiras brasileiras. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 8, p. 6927–6936, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-14263.
- ROCHA, D. T. *et al.* Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Circular Técnica 123. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, ago. 2020.
- SAMPAIO, V. S. C. *et al.* Influência de diferentes tipos de micro-organismos na contagem bacteriana total por citometria de fluxo do leite cru refrigerado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 2, p. 607–612, mar. 2015. DOI: 10.1590/1678-4162-7810.
- VIDAL-MARTINS, A. M. C.; ROSSI JR., O. D.; REZENDE-LAGO, N. C. Microrganismos heterotróficos mesófilos e bactérias do grupo do *Bacillus cereus* em leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 1563–1569, 2007. DOI: 10.1590/S0102-09352007000600020.
- ZACARCHENCO, P. B. *et al.* Occurrence of *Bacillus sporothermodurans* and the influence of the thermal processing procedure on its presence in Brazilian UHT milk. *Journal of Dairy Science*, 2000. Disponível em: <https://www.usp.br>. Acesso em: 08 out. 2025. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74939-4.