

Microbiota e segurança do leite: um olhar sobre a qualidade do alimento e o risco à saúde pública

Maria Fernanda Neto Campos¹, Júlia da Costa Carneiro Cruz¹, Ana Carolina Nascimento¹, Julio Ribeiro Lopes¹, Lara Beatriz de Oliveira Mateus¹, Vívyan Alice Clemente Vieira¹, Emília Maricato Pedro dos Santos¹

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Veterinária, Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal – GPPoa UFJF, Curso de Medicina Veterinária (maria.fernanda@estudante.ufjf.br; julia9carneiro@hotmail.com; anacarolinanascimento12@outlook.com; julio.lopes@estudante.ufjf.br; lara.beatriz@estudante.ufjf.br; vivyan.clemente@estudante.ufjf.br; emilia.maricato@ufjf.br)

1. INTRODUÇÃO

O leite é amplamente conhecido como um alimento nutritivo e completo, com propriedades antimicrobianas devido a seus componentes bioativos. É uma excelente fonte de macro e micronutrientes, como as proteínas e minerais essenciais, além de fornecer ao organismo vitaminas fundamentais para o crescimento, a manutenção das funções fisiológicas e a integridade óssea. Seu consumo também está relacionado a melhoria da função imunológica e a produção de eritrócitos. Especificamente, o leite contém proteínas de elevado valor biológico, sendo a caseína a sua fração predominante, responsável pela liberação sustentada de aminoácidos durante a digestão, enquanto as proteínas do soro são rapidamente absorvidas, contribuindo para o reparo e construção dos tecidos corporais. Além disso, os lipídios do leite são constituídos majoritariamente por triglicerídeos, que atuam como uma fonte eficiente de energia para o metabolismo humano (Vashisht *et al.*, 2024).

Dentre suas características, o leite é considerado um meio de cultivo de microrganismos benéficos, deteriorantes e patogênicos, o que torna indispensável a análise microbiológica para garantir a qualidade e segurança do alimento. Nesse sentido, o leite contém bactérias do ácido láctico (BAL), como *Pediococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. e *Lactococcus* spp., que produzem substâncias antimicrobianas e ácidos orgânicos, e possuem atividade inibitória contra microrganismos. Além disso, há bactérias lácticas que possuem atividade antagonista contra bactérias patogênicas e são amplamente utilizadas como culturas iniciadoras não patogênicas na produção de lácteos fermentados. Essas bactérias são consideradas predominantes no leite, sendo *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* e *Enterococcus* os gêneros mais comuns (Almeida *et al.*, 2024).

A presença de bactérias patogênicas constitui um perigo para as indústrias pecuária e alimentícia, uma vez que pode resultar em prejuízos econômicos e provocar contaminação alimentar inaceitável ao longo de toda a cadeia de produção, desde o processamento até o consumo final. Ademais, o aumento da resistência a múltiplos medicamentos (MDR) em ambientes de saúde configura-se atualmente uma emergência global de saúde pública. A economia do setor alimentício também fica ameaçada, pois as contaminações inaceitáveis levam a *recalls* e recolhimento de alimentos, a perda de credibilidade junto ao consumidor e, conseqüentemente, a impactos financeiros significativos. Por isso, o desenvolvimento de novas formulações terapêuticas para tratar diferentes infecções e combater bactérias patogênicas é urgente e fundamental (Xu *et al.*, 2024).

Dessa forma, torna-se essencial compreender as interações entre a microbiota do leite e os patógenos alimentares, com ênfase na prevenção de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), dado que o leite pode servir como veículo de transmissão de microrganismos patogênicos. Assim, o presente estudo objetivou analisar essa relação em profundidade.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho configura-se como uma revisão de literatura que versa sobre a microbiota do leite e a sua relação com a qualidade e segurança deste alimento. Para tanto, foi realizada uma busca sistematizada das informações na base de dados *ScienceDirect*, utilizando-se os descritores "*dairy*", "*health*", "*microbiota*", "*milk*", "*pathogens*". Na procura das publicações foi utilizado o operador lógico "*and*", de modo a combinar os descritores utilizados e o cruzamento de dados.

As informações foram coletadas em setembro de 2024 e priorizou-se a seleção de estudos publicados na íntegra em língua inglesa no período de 2019 a 2024. Os trabalhos passaram por uma análise, na qual foram selecionados aqueles que continham os descritores no título, bem como em suas palavras-chave, excluindo-se, os trabalhos com data de publicação anterior ao período de busca estipulado assim como os duplicados e, ainda, cartas ao editor, monografias, teses e dissertações e demais gêneros que não artigos científicos, bem como aqueles incompletos ou relacionados a leite de outras espécies que não a bovina. Obteve-se, aproximadamente, 112.000 publicações, elegendo-se 12 referências para leitura e discussão do tema. As informações obtidas foram organizadas e sintetizadas na forma deste resumo expandido.

3. DISCUSSÃO

Com o aumento significativo das investigações sobre a microbiota do leite, os pesquisadores ampliaram seu escopo para a detecção de bactérias patogênicas, a fim de explorar a composição microbiana deste produto de origem animal. Dentro dessa comunidade, coexistem diversas bactérias, que variam desde cepas patogênicas até cepas probióticas, incluindo espécies de *Lactococcus*, *Streptococcus*,

Lactobacillus, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Enterococcus*. Em estudos previamente realizados, os gêneros *Firmicutes* e *Proteobacteria* mostraram-se predominantes no leite saudável, constituindo coletivamente mais de 90 % da composição microbiana. As quatro principais famílias bacterianas identificadas foram *Ruminococcaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae* e *Pseudomonadaceae* (Guo *et al.*, 2024).

A microbiota do leite cru é altamente complexa, composta por bactérias patogênicas e deteriorantes, sendo facilmente influenciada por diversos fatores, incluindo o estado sanitário dos rebanhos leiteiros, a prática de ordenha e fontes ambientais, como o ar, a água e as rações utilizadas nas fazendas. Além disso, no caso de produtos lácteos processados, o controle da carga microbiana é amplamente determinado pelas condições higiênico-sanitárias, métodos de armazenamento e a temperatura de processamento do leite (Qi *et al.*, 2024). Em função disso, tem havido um aumento significativo no investimento em Avaliação Quantitativa de Risco Microbiano (AQRM), visto que a segurança microbiológica dos alimentos continua a ser um desafio crítico para a indústria alimentícia. O AQRM tem como objetivo estabelecer medidas de controle baseadas em risco, permitindo a avaliação precisa da probabilidade de ocorrência de doenças causadas por microrganismos patogênicos, bem como os fatores ambientais que influenciam o crescimento microbiano (Basak *et al.*, 2024).

As bactérias do ácido lático apresentam grande importância como probióticos, os quais são definidos como microrganismos vivos que conferem benefícios à saúde do hospedeiro. Ainda, é válido ressaltar o papel das BAL na proteção contra sepse, endocardite e bacteremia em indivíduos suscetíveis (Kim *et al.*, 2024). Além disso, estudos prévios investigaram os benefícios das bacteriocinas, que são conservantes naturais com atividade antimicrobiana contra uma ampla gama de bactérias patogênicas, como *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*, todas de relevância na segurança de alimentos. Diversos produtores de bacteriocina foram identificados entre as BAL. Diferentemente dos antibióticos, as bacteriocinas são sintetizadas por ribossomos e degradadas por enzimas digestivas, características que as tornam uma alternativa promissora aos conservantes tradicionais utilizados na indústria de alimentos, conforme recomendado por vários estudos (Kaya; Simsek, 2019).

O não cumprimento das normas de qualidade do leite e dos regulamentos de segurança alimentar está fortemente associado a práticas inadequadas adotadas por produtores, uma vez que o manuseio incorreto e as condições precárias de higiene e saneamento no ambiente de ordenha resultam em impactos negativos à segurança do alimento. A baixa qualidade do leite pode atuar como um vetor para patógenos responsáveis por DTHA, comprometendo a inocuidade dos produtos lácteos e representando um risco significativo à saúde pública (Nyokabi *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a aplicação de tecnologias para garantir a qualidade microbiológica do leite é fundamental, destacando-se entre estas as técnicas de fermentação e pasteurização. A fermentação é um processo biológico de

transformação de matérias-primas em alimentos processados, conduzido pela atividade microbiana, sendo amplamente utilizada como método de preservação de alimentos perecíveis, resultando em produtos considerados microbiologicamente seguros (Schoustra *et al.*, 2022). Por sua vez, a pasteurização consiste em um tratamento térmico que envolve o aquecimento seguido de resfriamento dos alimentos, com o objetivo de eliminar microrganismos patogênicos. No entanto, certas bactérias, como *Bacillus* spp. e *Clostridium* spp., podem sobreviver ao tratamento térmico devido à formação de esporos termorresistentes. Além disso, bactérias não formadoras de esporos, como *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* e *Serratia* spp., podem adquirir resistência ao calor por meio da formação de biofilmes, o que compromete a eficácia da pasteurização (Ban *et al.*, 2023).

Dentre os métodos disponíveis para a detecção de patógenos, o isolamento bacteriano e a cultura microbiológica são amplamente utilizados. No entanto, essa abordagem exige a presença de bactérias viáveis e está sujeita a considerável variação entre laboratórios, mesmo quando são seguidos procedimentos padronizados. Para superar essas limitações, o método de detecção bacteriana baseada em testes moleculares, como a Reação em Cadeia da Polimerase quantitativa (qPCR), consiste em uma alternativa mais precisa. A qPCR permite a identificação específica dos microrganismos com base em sua composição genética, sem a necessidade de cultura bacteriana, aumentando a eficiência e a acurácia da detecção (Fitzpatrick *et al.*, 2024).

4. CONCLUSÃO

Embora o leite apresente inúmeros benefícios à saúde, sua composição natural abarca uma diversidade de microrganismos, o que torna imprescindível a realização de análises microbiológicas para assegurar sua qualidade e segurança. O cumprimento rigoroso das normas de qualidade, aliado à adoção de boas práticas em todas as etapas do processamento deste alimento, é essencial para a preservação da saúde pública. Essas medidas reduzem significativamente o risco de contaminação inaceitável por patógenos, contribuindo para a produção de um alimento seguro e de alta qualidade, garantindo, assim, a confiança e bem-estar dos consumidores.

Palavras-chave: patógenos; produtos de origem animal; produtos lácteos; segurança de alimentos.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J.; MAFFEI, T. J.; GEBARA, C.; MINAFRA, C.; TOLEDO-SILVA, B.; GONÇALVES, C. M.; LANGONI, H.; NETO, T. A.; SOUZA, N. F.; SILVA, C. C. N. Exploring probiotic potential and antimicrobial properties of lactic acid bacteria from cow's milk. **Applied Food Research**, v. 4, n. 2, p. 100461, 2024. DOI: 10.1016/j.afres.2024.100461.

BAN, G.; LEE, J.; KANG, D. Effects of storage temperature on microbiota shifts in raw milk biofilm developed on stainless steel. **Food Microbiology**, v. 110, n. 1, p. 104163, 2023. DOI: 10.1016/j.fm.2022.104163.

BASAK, L.; BECT, J.; CHRISTY, J.; TENENHAUS-AZIZA, F.; VÁZQUEZ, E. Multipathogen quantitative risk assessment in raw milk soft cheese. **Microbial risk Analysis**, v. 27-28, n. 1, p. 100318, 2024. DOI: 10.1016/j.mran.2024.100318.

FITZPATRICK, J. K.; ROHLF, J. H.; PHILLIPS, G.; MACAULAY, B. R.; ANDERSON, W.; PRICE, R.; WOOD, C.; JAMES, A.; LANGHORNE, C.; BRAKE, B.; GUBSON, S. J.; KOO, M. K. Point-of-need mastitis pathogen biosensing in bovine milk: from academic sample preparation novelty to industry prototype field testing. **Talanta**, v. 277, n. 1, p. 126424, 2024. DOI: 10.1016/j.talanta.2024.126424.

GUO, W.; LIU, S.; KHAN, Z. M.; WANG, J.; CHEN, T.; ALUGONGO, M. G.; LI, S.; CAO, Z. Bovine milk microbiota: key players, origins, and potential contributions to early-life gut development. **Journal of Advanced Research**, v. 59, n. 1, p. 49-64, 2024. DOI: 10.1016/j.jare.2023.06.016.

KAYA, I. H.; SIMSEK, O. Characterization of pathogen-specific bacteriocins from lactic acid bacteria and their application within cocktail against pathogens in milk. **LWT - Food Science and Technology**, v. 115, n. 1, p. 108464, 2019. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108464.

KIM, H.; YOUN, H.; MOON, J.; KIM, H.; SEO, K. Comparative anti-microbial and anti-biofilm activities of postbiotics derived from kefir and normal raw milk lactic acid bacteria against bovine mastitis pathogens. **LWT - Food Science and Technology**, v. 191, n. 1, p. 115699, 2024. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.115699.

NYOKABI, S.; LUNING, A. P.; BOER J.M. I.; KORIR, L.; MUUNDA, E.; BEBE, O. B.; LINDAHL, J.; BETT, B.; OOSTING, J. S. Milk quality and hygiene: knowledge, attitudes and practices of smallholder dairy farmers in central Kenya. **Food Control**, v. 130, n. 1, p. 108303, 2021. DOI: 10.1016/j.foodcont.2021.108303.

QI, Y.; LI, S.; ZHANG, Y.; YOU, C. Recent advances in viability detection of foodborne pathogens in milk and dairy products. **Food Control**, v. 160, n. 1, p. 110314, 2024. DOI: 10.1016/j.foodcont.2024.110314.

SCHOUSTRA, S.; ZON, C.; GROENENBOOM, A.; MOINGA, B. H.; SHINDANO, J.; SMID, J. E.; HAZELEGER, W. Microbiological safety of traditionally processed fermented foods based on raw milk, the case of Mabisi from Zambia. **LWT - Food Science and Technology**, v. 171, n. 1, p. 113997, 2022. DOI: 10.1016/j.lwt.2022.113997.

VASHISHT, P.; SHARMA, A.; AWASTI, N.; WASON, S.; SINGH, L.; A, SHARMA, S.; CHARLES, R. P. A.; SHARMA, S.; GILL, A.; KHATTRA, K. A. Comparative review of nutri-functional and sensorial properties, health benefits and environmental impact of dairy (bovine milk) and plant-based milk (soy, almond, and oat milk). **Food and Humanity**, v. 2, n. 1, p. 100301, 2024. DOI: 10.1016/j.foohum.2024.100301.



XU, Q.; YANG, S.; ZHANG, K.; LIU, Y.; LI, L.; QU, S. Enhanced antibacterial activity of bovine milk exosome-based drug formulation against bacterial pathogens. **Food Chemistry**, v. 447, n. 1, p. 139034, 2024. DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.139034.