

## ARTIGO TÉCNICO

# QUALIDADE DO LEITE DE CABRA: DESAFIOS HIGIÊNICO-SANITÁRIOS E FORMAÇÃO DE BIOFILME NA INDÚSTRIA

Caroline Leal Gomes de Lima<sup>1</sup>, Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense (UFF) - Faculdade de Veterinária/Departamento de Tecnologia de Alimentos; <sup>2</sup>UFF - Faculdade de Farmácia/Departamento de Bromatologia

Contato/e-mail: caroline\_l@id.uff.br / [gustavoanciens@id.uff.br](mailto:gustavoanciens@id.uff.br)



## DESTAQUE

*Microrganismos Gram-negativos no leite de cabra desafiam a indústria. Além do risco patogênico, destacam-se a formação de biofilmes e a síntese de enzimas termorresistentes que persistem após o beneficiamento.*

## 1. INTRODUÇÃO

O leite caprino é um alimento de origem animal obtido a partir da ordenha higiênica, completa e sem interrupções, de cabras saudáveis, alimentadas e descansadas. A Instrução Normativa (IN) n.º 37 de 2000, denominada Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do leite de cabra, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), define as condições apropriadas de produção e identidade, assim como estipula as diretrizes, possibilitando padronizar o leite para o consumo humano (Ramos Neto *et al.*, 2021).

Para adquirir leite cru de qualidade, são fundamentais os cuidados higiênico-sanitários na ordenha e no ambiente. Essa qualidade é fundamental para o posterior beneficiamento do leite pela indústria. A negligência durante os procedimentos de limpeza e sanitização dos equipamentos de ordenha causa um impacto significativo na qualidade do leite, pois pode levar ao acúmulo de microrganismos e à formação de biofilme. A presença desses agregados é um desafio para a indústria devido à carga microbiana, e isso pode contaminar os alimentos (Lima *et al.*, 2026).

Os microrganismos Gram-negativos podem formar biofilmes em superfícies de contato, favorecidos pela automação das linhas de produção e pelos longos períodos de processamento industrial. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a diversidade da população de bacilos Gram-negativos no leite de cabra cru e discutir os desafios higiênico-sanitários e tecnológicos associados à persistência desses microrganismos na indústria láctea caprina.

## 2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

A produção de leite caprino no Brasil, incentivada por políticas como o Programa de Aquisição de Alimentos, é estratégica para o desenvolvimento socioeconômico de regiões carentes e para a segurança alimentar. A garantia da inocuidade e qualidade do leite depende de um rigoroso monitoramento, desde a ordenha higiênica até o armazenamento (Ramos Neto *et al.*, 2021).

Embora o leite no úbere seja estéril, contaminações físicas, químicas e microbiológicas podem ocorrer durante a coleta do leite, sendo a filtração e a higiene rigorosa dos tetos e das mãos dos ordenhadores etapas indispensáveis para evitar a contaminação cruzada. Além disso, a mastite caprina é outro fator que pode afetar o volume e a qualidade do leite, alterando teores de gordura, lactose e proteínas (Dutra *et al.*, 2024).

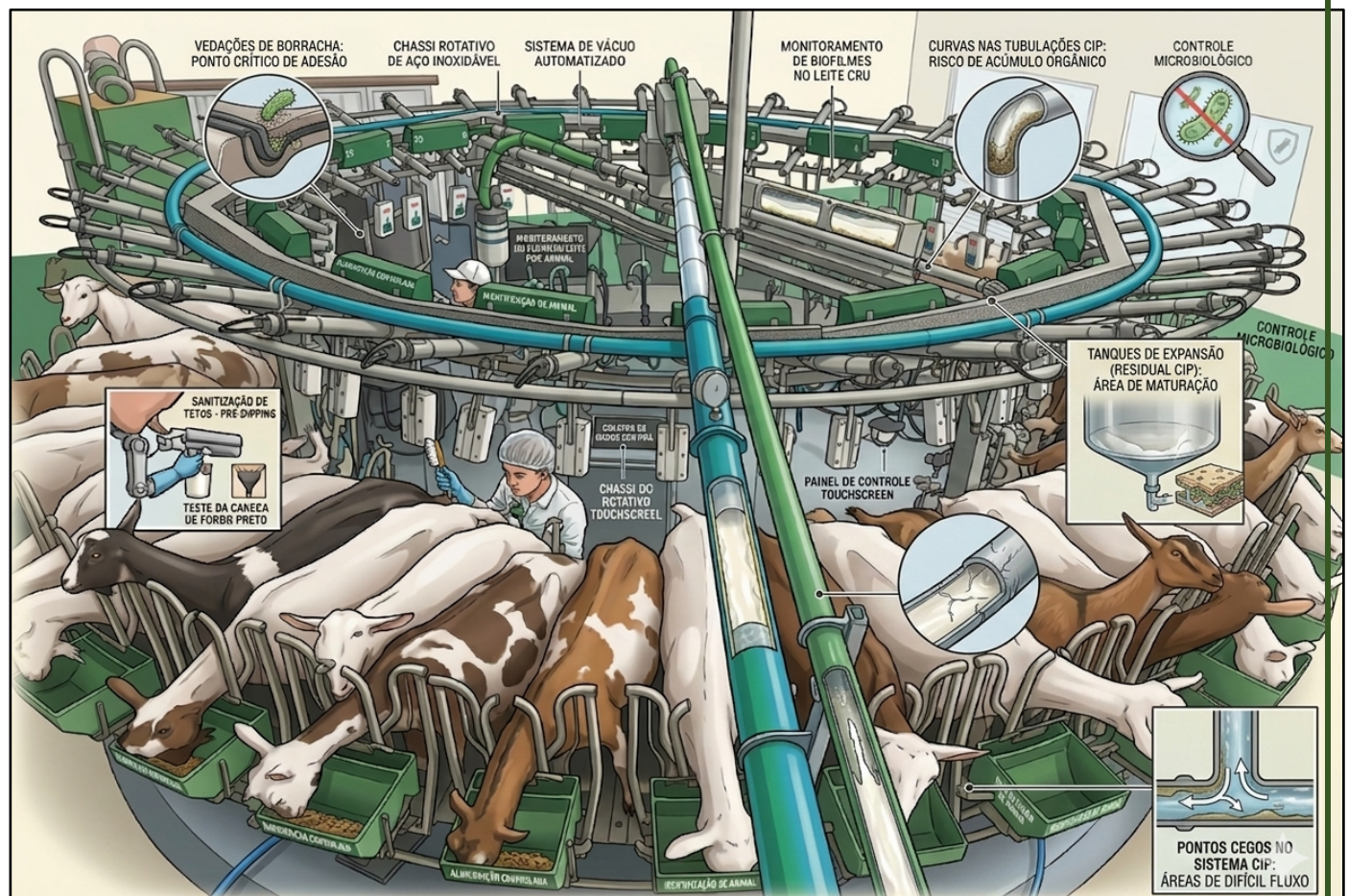
Como demonstrado na Figura 1, os pontos críticos de controle em sistemas de ordenha mecânica, como as vedações de borracha e as curvas das tubulações, são locais propícios ao acúmulo de resíduos orgânicos que facilitam a adesão inicial e a maturação de biofilmes. A higienização eficiente dessas superfícies abióticas por meio do sistema *Cleaning-in-Place* (CIP) é essencial para evitar que microrganismos nela estabelecidos contaminem o leite durante a passagem pelo fluxo industrial, exigindo um controle rigoroso do binômio tempo-temperatura para a remoção desses agregados (Carrascosa *et al.*, 2021).

Os bacilos Gram-negativos também possuem a capacidade de formar biofilmes: complexos microbióticos imersos em uma matriz de substâncias poliméricas extracelulares (EPS) que aderem às superfícies bióticas ou abióticas. A formação inicia-se pela etapa de adesão, seguida de

desenvolvimento, maturação e dispersão, funcionando como uma barreira protetora contra agentes externos. Devido à proteção conferida pela matriz polimérica dos biofilmes, o controle desses microrganismos torna-se complexo (Carrascosa *et al.*, 2021).

Dessa forma, os sanitizantes mais utilizados pela indústria são: hipocloritos, compostos de amônio quaternário e peróxidos (como o ácido peracético), cuja eficácia depende do tempo de contato e da capacidade de difusão na matriz para atingir as células aderidas. No setor de laticínios, os biofilmes em tanques e tubulações representam um desafio crítico, podendo causar corrosão nos equipamentos e contaminação residual persistente, comprometendo a vida útil e a inocuidade de queijos e outros derivados (Carrascosa *et al.*, 2021).

**Figura 1.** Infográfico de um sistema de ordenha rotatória caprina detalhando os pontos críticos de controle: vedações de borracha, curvas de tubulação do sistema *Cleaning-in-Place* (CIP), tanques de expansão e pontos cegos de fluxo, áreas propícias à adesão microbiana e maturação de biofilmes.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2026).

A presença de microrganismos Gram-negativos no leite cru é um indicador direto de falhas higiênicas. A família Enterobacteriaceae, incluindo gêneros como *Escherichia*, *Klebsiella* e *Serratia*, destaca-se pela capacidade adaptativa, produção de enzimas deteriorantes e pelo potencial patogênico de certas linhagens, que podem persistir na indústria por meio da proteção conferida pelos biofilmes. Outro grupo relevante é a família Pseudomonadaceae, com destaque para o gênero *Pseudomonas*, principal contaminante que mantém atividade metabólica sob refrigeração, comprometendo os atributos sensoriais dos derivados lácteos. A contaminação do leite cru de cabra reforça a necessidade do fortalecimento das Boas Práticas de Ordenha, de uma higienização adequada dos equipamentos e de um controle rigoroso na cadeia do frio (Lima *et al.*, 2026).

Chang *et al.* (2024) mencionaram a presença de *Pseudomonas* spp. como o principal agente deteriorante na cadeia láctea, destacando a capacidade deste gênero em estabelecer biofilmes. Ainda que o tratamento térmico seja eficaz na inativação da microbiota viável, as lipases e proteases apresentam elevada termorresistência. Assim, tais enzimas permanecem cataliticamente ativas no produto final, degradando progressivamente os constituintes do leite durante o armazenamento e comprometendo a integridade físico-química e a vida útil do alimento.

Do ponto de vista operacional, o controle efetivo exige o monitoramento rigoroso do binômio tempo-temperatura durante a higienização, visando à desestruturação da matriz polimérica (Carrascosa *et al.*, 2021). O impacto econômico da negligência nessas etapas reflete-se na síntese de enzimas que, embora o tratamento térmico inative a microbiota viável, permanecem ativas degradando constituintes do leite e reduzindo sua vida útil (Chang *et al.*, 2024). Essa perda de estabilidade físico-química compromete a competitividade do laticínio frente aos padrões exigidos pela legislação vigente (Ramos Neto *et al.*, 2021).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A capacidade de formação de biofilmes por bacilos Gram-negativos e a termorresistência das enzimas acentuam a relevância desta temática para a agroindústria, uma vez que tais estruturas desafiam os métodos convencionais de higienização, comprometendo a qualidade e a segurança dos derivados lácteos. Consequentemente, a disseminação deste conhecimento técnico é fundamental para a conscientização de produtores e profissionais, visando o fortalecimento das Boas Práticas Agropecuárias e a garantia de alimentos inócuos aos consumidores.

#### 4. REFERÊNCIAS (máximo de 05 referências)

CARRASCOSA, C. *et al.* Microbial Biofilms in the Food Industry — A Comprehensive Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4, p. 1-31, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18042014>.

CHANG, G. *et al.* Characterization of *Pseudomonas* spp. contamination and *in situ* spoilage potential in pasteurized milk production process. **Food Research International**, v. 188, p. 114463, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114463>.

DUTRA, A. S. S. *et al.* Análise atual da mastite caprina no Brasil: caracterização dos agentes causadores e avaliação de resistência antibiótica. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 1, p. 616–625, 2024 DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n1p616-625>.

LIMA, C. L. G. *et al.* Population of Gram-negative bacilli in raw goat milk from Rio de Janeiro, Brazil: Identification and biofilm formation capacity on stainless steel. **International Dairy Journal**, v. 172, p. 106587, jan. 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2026.106587>.

RAMOS NETO, K. X. C. *et al.* Leite de cabra: qualidade x instrução Normativa N° 37/2000 do MAPA. **Revista Extensão em Foco**, n. 22, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/ef.v0i22.74091.ta>  
**Extensão em Foco**, n. 22, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.5380/ef.v0i22.74091>.