



AVALIAÇÃO DE PROCESSAMENTO TÉRMICO E PRESENÇA DE RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS EM LEITE DE CABRA CRU NA REGIÃO DE ITAOCARA, RJ

M. S. Moraes¹, L. E. O. Costa², G. L. P. A. Ramos³, J. S. Nascimento⁴

- 1- Departamento de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – CEP: 20270-021 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil – e-mail: (soares.marcelo2020@gmail.com)
- 2- Departamento de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – CEP: 20270-021 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil – e-mail: (leonardo.costa@ifrj.edu.br).
- 3- Departamento de Bromatologia - Universidade Federal Fluminense – Faculdade de Farmácia – CEP: 24241-001- Niterói - RJ – Brasil - e-mail: (gustavoanciens@id.uff.br)
- 4- Departamento de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – CEP: 20270-021 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil – e-mail: (janaina.nascimento@ifrj.edu.br).

RESUMO – O leite de cabra é amplamente consumido e reconhecido por seu valor nutricional e maior digestibilidade em comparação ao leite de vaca. Entretanto, a presença de resíduos de antibióticos e falhas no processo de pasteurização representam riscos à saúde e à qualidade dos produtos lácteos. Este estudo avaliou a presença de resíduos de antibióticos e a verificação de processamento térmico em amostras de leite de cabra supostamente cru, comercializado por pequenos produtores no noroeste do Rio de Janeiro. Das nove amostras analisadas, 88,9% apresentaram sinais de pasteurização, com ausência de fosfatase alcalina e presença de peroxidase. Uma amostra indicou processamento térmico mais drástico. Três amostras (33,3%) continham resíduos de antibióticos beta-lactâmicos, sugerindo a não observância do período de carência ou uso inadequado. A detecção de resíduos de antibióticos e a verificação da pasteurização são fundamentais para garantir a segurança e a qualidade do leite de cabra do comércio local.

ABSTRACT – Goat milk, recognized for its nutritional value and higher digestibility than cow's milk, is widely consumed. However, the presence of antibiotic residues and failures in the pasteurization process pose risks to public health and the quality of dairy products. This study assessed the presence of antibiotic residues and the adoption of thermal processing in samples of supposedly raw goat milk sold by small producers in the northwest region of Rio de Janeiro. Of the nine samples analyzed, 88.9% showed signs of pasteurization, with the absence of alkaline phosphatase and the presence of peroxidase. One sample indicated a more drastic thermal treatment. Three samples (33.3%) contained beta-lactam antibiotic residues, suggesting non-compliance with withdrawal periods or improper use. The detection of antibiotic residues and the verification of pasteurization are essential to ensure the safety and quality of goat milk in the local market.

PALAVRAS-CHAVE: leite de cabra cru; processamento térmico; resíduos de antibióticos

KEYWORDS: raw goat milk; thermal processing; antibiotic residues.



1. INTRODUÇÃO

O leite de cabra é um alimento de grande valor nutricional e com digestibilidade maior do que o leite de vaca, amplamente consumido em várias partes do mundo. Além de ser utilizado diretamente para consumo, o leite de cabra também serve de base para a produção de diversos produtos lácteos, como queijos e iogurtes (Arrichiello *et al.*, 2022). No Brasil, a produção de leite de cabra tem apresentado um bom crescimento nos últimos anos, impulsionada principalmente pela demanda crescente por alimentos alternativos ao leite de vaca (Penna *et al.*, 2024).

O uso de antibióticos na pecuária, principalmente para o tratamento de mastite em cabras leiteiras, pode resultar na contaminação do leite com resíduos desses compostos, o que pode contribuir para o aumento da resistência antimicrobiana (Virto *et al.*, 2022; Navrátilová *et al.*, 2024). Dessa forma, a detecção de resíduos de antibióticos no leite de cabra é de extrema importância, não apenas para a saúde pública, mas também para a indústria de laticínios, que depende da qualidade microbiológica do leite para a produção de derivados seguros.

O consumo de leite caprino cru no Brasil, embora seja tradicional em muitas comunidades, envolve riscos à saúde, uma vez que o leite não passa por processos térmicos adequados, o que pode permitir a transmissão de micro-organismos patogênicos (Ramos & Nascimento, 2020). Dessa forma, outro aspecto importante na segurança do leite de cabra cru envolve a eficácia do processo de pasteurização, que visa a eliminação de patógenos presentes no leite. No entanto, falhas nesse processo podem comprometer a segurança do produto. Testes de qualidade, como os de detecção das enzimas fosfatase alcalina e peroxidase são amplamente utilizados para verificar a eficácia da pasteurização, sendo essenciais para garantir que o leite atenda aos padrões de segurança. Essas enzimas são encontradas no leite cru. Após o tratamento térmico, a fosfatase é inativada e a peroxidase permanece ativa (Brasil, 2011). A detecção da atividade residual da fosfatase alcalina indica que o processo de pasteurização não foi corretamente executado.

Mesmo comercializado de forma sem fiscalização, o leite de cabra cru pode, ainda, ser alvo de manobras para aumento de sua vida útil. Por vezes, o leite dito cru e assim vendido aos consumidores sofre tratamento térmico, como a pasteurização. Nesse trabalho, avaliamos a presença de resíduos de antibióticos beta-lactâmicos e tetraciclina, assim como a detecção das enzimas fosfatase alcalina e peroxidase em amostras de leite de cabra cru comercializadas por pequenos produtores da região noroeste do Estado do Rio de Janeiro.



2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta de amostras

Foram adquiridas nove amostras de leite de cabra supostamente cru comercializadas por pequenos produtores em diferentes regiões do município de Itaocara e adjacências, situados no noroeste do Rio de Janeiro (Tabela 1). O leite vendido é comumente adquirido pelos moradores locais e consumido em sua forma *in natura*.

Tabela 1. Amostras de leite de cabra utilizados neste trabalho

Regiões	Amostras
Morro Alto	A1 e A2
Campo da Semente	CS1 e CS2
Goiabal	G1, G2 e G3
Pádua	P1 e P2

2.2. Detecção da presença da enzima fosfatase alcalina

Para a análise qualitativa da presença da enzima fosfatase alcalina, foram utilizadas tiras para reação contendo o substrato para a enzima (Cap-Lab®, São Paulo, Brasil) conforme as instruções do fabricante. Amostras positivas para a presença da enzima fosfatase alcalina apresentam coloração amarelo-escuro, enquanto amostras negativas não apresentam alteração na cor das tiras (permanecem brancas).

2.3. Detecção da presença da enzima peroxidase

Para a análise qualitativa da presença da enzima peroxidase, foram utilizadas tiras reagentes da marca Cap-Lab® (São Paulo, Brasil), conforme as instruções do fabricante. Amostras positivas para a presença de peroxidase apresentaram coloração marrom avermelhada, enquanto amostras negativas não apresentaram alteração na coloração da tira, permanecendo inalteradas.

2.4. Detecção de resíduos de antibióticos beta-lactâmicos e tetraciclinas

Para a análise de resíduos de antibióticos beta-lactâmicos e tetraciclinas, foram utilizadas tiras reativas do teste Charm® ROSA® MRLBLTET2A (Charm Sciences Inc, Massachussets, USA), conforme as instruções do fabricante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A enzima fosfatase alcalina está presente no leite cru e é inativada pela exposição às temperaturas de pasteurização (61,7 °C /30 min e 71,1 °C/ 15 s). Se o tratamento térmico não



alcançar esses valores, alguma fosfatase residual permanecerá ativa. A peroxidase, no entanto, não sofre inativação com as temperaturas usuais de pasteurização (Brasil, 2011; Lima *et al.*, 2021).

De um total de nove amostras analisadas, oito (88,9%) apresentaram a ausência da enzima fosfatase alcalina e presença da enzima peroxidase (Tabela 2), indicando que as amostras comercializadas como leite cru foram submetidas a um processo de pasteurização ou aquecimento similar. A Figura 1 ilustra um resultado positivo para a presença de peroxidase. No entanto, em uma (11,1%) das amostras, proveniente da região de Goiabal, não foi detectada nem a enzima fosfatase alcalina e nem a enzima peroxidase, indicando que essa amostra sofreu um processamento térmico mais drástico.

Quanto à presença de resíduos de antibióticos, os resultados deste estudo evidenciam a presença de resíduos de beta-lactâmicos (BL) em três (33,3%) das nove amostras de leite de cabra supostamente cru, sendo 2 amostras da região de Pádua e uma da região de Morro Alto (Tabela 2).

O fato dessas amostras apresentarem resíduos de BL pode sugerir uma prática comum de administração de antibióticos nas propriedades estudadas, possivelmente sem a observância rigorosa dos períodos de carência, ou seja, o tempo necessário para que os antibióticos sejam completamente eliminados do organismo dos animais antes da ordenha (Virto *et al.*, 2022).

Tabela 2. Detecção de fosfatase alcalina, peroxidase e de resíduos de antibióticos nas amostras de leite de cabra.

Amostras	Peroxidase	Fosfatase alcalina	Resíduos de antibióticos	
			beta-lactâmicos	tetraciclinas
A1	positivo	negativo	negativo	negativo
A2	positivo	negativo	positivo	negativo
CS1	positivo	negativo	negativo	negativo
CS2	positivo	negativo	negativo	negativo
G1	negativo	negativo	negativo	negativo
G2	positivo	negativo	negativo	negativo
G3	positivo	negativo	negativo	negativo
P1	positivo	negativo	positivo	negativo
P2	positivo	negativo	positivo	negativo

Figura 1. Reação positiva para a presença de peroxidase em uma das amostras de leite de cabra.





O uso de antibióticos no tratamento de mastite em cabras leiteiras tem aumentado nos últimos anos, e a presença de resíduos desses medicamentos no leite pode representar um risco significativo para a saúde pública. A ingestão de resíduos de antibióticos pode causar desde reações alérgicas a distúrbios gastrointestinais, hepatotoxicidade, nefrotoxicidade e neurotoxicidade em indivíduos sensíveis e, mais preocupante ainda, contribuir para o desenvolvimento de resistência antimicrobiana. A resistência antimicrobiana é um problema global crescente que afeta tanto a medicina veterinária quanto a humana, e a presença de resíduos de antibióticos no leite pode ser um dos fatores que contribuem para esse fenômeno (Ghimpețeanu *et al.*, 2022; Sharma & Kumar, 2024).

Embora as tetraciclinas (TET) também sejam uma classe de antibióticos comum na pecuária, nenhuma amostra apresentou resíduos desses antibióticos. Isso pode indicar que a tetraciclina não é amplamente utilizada nas propriedades analisadas ou que os protocolos de administração dessa classe de antibióticos são seguidos de forma mais rigorosa, com maior observância do tempo de carência (Virto *et al.*, 2022).

Além dos riscos à saúde, a presença de antibióticos no leite pode interferir nos processos de fermentação utilizados na produção de queijos e outros produtos lácteos. Os antibióticos podem inibir o crescimento de bactérias lácteas benéficas, comprometendo a qualidade e a segurança dos produtos finais. Assim, a detecção precoce e eficaz de resíduos de antibióticos no leite é essencial para garantir não apenas a saúde dos consumidores, mas também a qualidade dos produtos derivados do leite (Adegbeye *et al.*, 2024; Navrátilová *et al.*, 2024).

4. CONCLUSÕES

A detecção de resíduos de antibióticos no leite de cabra é um fator crítico para garantia da segurança do alimento e da saúde do consumidor. O uso indevido de antibióticos na criação caprina pode resultar em contaminação do leite, aumentando os riscos de reações adversas em consumidores e contribuindo para a resistência antimicrobiana. Além disso, os testes de fosfatase alcalina e peroxidase desempenham um importante papel na verificação da eficácia da pasteurização, garantindo a eliminação de patógenos e a segurança microbiológica do leite. A combinação desses testes com a detecção de resíduos de antibióticos, representam uma abordagem abrangente para assegurar que o leite de cabra e, conseqüentemente seus derivados, atendam aos padrões de segurança e qualidade.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGBEYE, M. J.; ADETUYI, B. O.; IGIRIGI, A. I.; ADISA, A.; PALANGI, V.; AIYEDUN, S.; ...; SALEM, A. Z. Comprehensive insights into antibiotic residues in livestock products: Distribution, factors, challenges, opportunities, and implications for food safety and public health. **Food Control**, v. 163, p. 110545, 2024.

ARRICHELLO, A.; AURIEMMA, G.; SARUBBI, F. Comparison of nutritional value of different ruminant milks in human nutrition. **International Journal of Functional Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 1-10, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1, p. 6.

GHIMPEȚEANU, O. M.; POGURSCHI, E. N.; POPA, D. C.; DRAGOMIR, N.; DRĂGOTOIU, T.; MIHAI, O. D.; PETCU, C. D. Antibiotic use in livestock and residues in food—A public health threat: A review. **Foods**, v. 11, n. 10, p. 1430, 2022.

LIMA, J. S.; SAMPAIO, A. P. P. O.; SILVA, P. S.; DUFOSSÉ, M. C. S.; ROSA, A. M. B. P.; MORAES, C. M.; ROOS, T. B. Evaluation of alkaline phosphatase detection methods in bovine, buffalo and goat milk. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020130, 2021.

NAVRÁTILOVÁ, P.; VORLOVÁ, L.; DLUHOŠOVÁ, S.; BARTÁKOVÁ, K.; HANUŠ, O.; SAMKOVÁ, E. Screening methods for antimicrobial residues in the dairy chain - the past and the present. **Antibiotics**, v. 13, n. 11, p. 1098, 2024.

PENNA, C. D. A.; DE ANDRADE, P. V. D.; FERREIRA, M. I. C. Qualidade do leite de cabra: adequação aos parâmetros legais. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE CAPRINOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA, 18., 2024, Coronel Pacheco. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2024. p. 50-59.

RAMOS, G. L. D. P. A.; NASCIMENTO, J. S. *Pseudomonas* sp. in uninspected raw goat's milk in Rio de Janeiro, Brazil. **Food Science and Technology**, v. 40, suppl. 2, p. 605-611, 2020.

SHARMA, A.; KUMAR, A. Multi-residue detection of antibiotics in migratory goat milk and human health risk assessment in Western Himalayan region, India. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 125, p. 105815, 2024.

VIRTO, M.; SANTAMARINA-GARCÍA, G.; AMORES, G.; HERNÁNDEZ, I. Antibiotics in dairy production: Where is the problem? **Dairy**, v. 3, n. 3, p. 541-564, 2022.