

PANORAMA ATUAL DA MASTITE CAPRINA NO BRASIL: AGENTES ETIOLÓGICOS E SEUS PERFIS DE RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS

Data de submissão: 08/12/2023

Data de aceite: 26/01/2024

Túlio Alexandre Freire da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-4694-6198>

Aline Soares de Santana Dutra

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0009-0007-4996-7000>

Lívia Santos de Freitas

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0001-9220-7911>

Beatriz Damásio de Andrade

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-1454-344X>

Raquel Pedrosa Bezerra

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-1801-2945>

Ana Lúcia Figueiredo Porto

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0001-5561-5158>

RESUMO: A caprinocultura possui grande importância socioeconômica no Brasil, sendo este considerado o maior produtor de leite caprino do continente americano. O leite de cabra, possuindo várias propriedades nutricionais e teor reduzido de lactose, tem apresentado aumento de seu consumo no país, contudo, também vem enfrentando significativos problemas sanitários em seu rebanho leiteiro. Dentre estes, destaca-se a mastite, uma condição inflamatória que afeta o teto mamário de ruminantes em rebanhos de produção leiteira. Essa doença pode diminuir substancialmente a qualidade e o volume de leite produzido, aumentar o número de células somáticas, diminuir os teores de proteína e gordura, causar risco de contaminação para os consumidores finais, entre outros. Com relação às bactérias infecciosas associadas à mastite caprina, o gênero mais frequente é o *Staphylococcus*, sendo também

recorrentes os *Streptococcus*, *Corynebacterium* e *Mycoplasma*. Sendo assim, o tratamento dessa infecção ocorre através de antibióticos, porém, muitos desses microrganismos já são considerados multirresistentes a alguns medicamentos, sendo a amoxicilina, a ampicilina e a penicilina os antibióticos que mais apresentam ineficiência. Portanto, novas alternativas ao tratamento da mastite caprina devem ser estudadas constantemente, em busca de cada vez mais conhecimento e aprimoramento no controle dessa enfermidade.

PALAVRAS-CHAVE: Pequenos ruminantes; Rebanho de leite; *Staphylococcus aureus*; Infecção; Caprinocultura

CURRENT OVERVIEW OF CAPRINE MASTITIS IN BRAZIL: ETIOLOGICAL AGENTS AND THEIR ANTIBIOTIC RESISTANCE PROFILES

ABSTRACT: Goat farming develops into an important socioeconomic activity in Brazil, known as the main goat milk producer in the Americas. Because goat milk has several nutritional properties and a low lactose concentration, its consumption has increased within the country. However, farmers face some sanitary disorders among their goat herds. The main problem is mastitis, an inflammatory condition that affects the mammary glands of dairy animals. This infection can dramatically decrease the quality and production of milk, protein, and fat, and increase somatic cell counts. Additionally, it can cause infections in consumers. Regarding the pathogens, *Staphylococcus* is the main causative agent, but *Streptococcus*, *Corynebacterium*, and *Mycoplasma* are also associated with goat mastitis. Therefore, the treatment of this disease is based on antibiotic administration, but several microorganisms correlated with mastitis have demonstrated resistance profiles to several antibiotics like amoxicillin, ampicillin, and penicillin. For that reason, new alternatives should be explored for treating goat mastitis.

KEYWORDS: Small ruminants; Dairy herds; *Staphylococcus aureus*; Infection; Goat farming

1 | INTRODUÇÃO

Uma atividade bastante destacada na pecuária brasileira é a caprinocultura, a qual desempenha importante papel socioeconômico, é fonte de renda e de alimentos (carne e leite) e contribui largamente para a viabilidade de pequenos produtores (Felisberto et al., 2022), apresentando um efetivo nacional de 12,4 milhões de caprinos em 2022 (IBGE, 2022). O Brasil é considerado o maior produtor de leite caprino do continente americano com uma produção de 26 milhões de litros/ano, sendo as Regiões Nordeste e Sudeste as duas principais produtoras de leite caprino, produzindo 70% e 24% da produção nacional, respectivamente (IBGE, 2019).

O leite de cabra é reconhecido por sua qualidade superior em comparação com o leite de outras espécies domésticas. Seu consumo tem aumentado devido às propriedades nutricionais, incluindo maior teor de proteínas, minerais e vitamina A. Além disso, o leite de cabra apresenta glóbulos de gordura menores, facilitando a digestão. Com um teor reduzido de lactose, é uma opção viável para pessoas intolerantes à lactose ou com alergia a leites de outras espécies (Lima et al., 2018).

No contexto global de produção de leite de cabra, em 2011, a produção totalizou

15,9 milhões de toneladas, sendo a Índia a líder, com produção de 4.594.000 toneladas. A França ocupou o quinto lugar, contribuindo com 657.146 toneladas e, na América Latina, o Brasil destacou-se como um dos principais produtores, alcançando a marca notável de 148.149 toneladas (Aragão et al., 2020).

No entanto, a rentabilidade dessa prática é frequentemente limitada por diversos desafios, destacando-se a mastite como um dos problemas sanitários mais significativos enfrentados pelos rebanhos leiteiros (Lima et al., 2018). A presença de *Staphylococcus aureus* tem sido amplamente documentada em estudos internacionais, evidenciando a contaminação do leite de cabra e seus derivados (Xing et al., 2016; Onen et al., 2018). No âmbito nacional, pesquisas também confirmaram a presença marcante desse patógeno no leite de cabra (Aragão et al., 2020).

A mastite é uma condição inflamatória que afeta o teto mamário de ruminantes em rebanhos de produção leiteira. Geralmente é causada por infecções bacterianas, onde os patógenos entram através do canal do teto mamário. De modo geral, a patogênese da doença pode ser dividida em 5 etapas: 1. o microrganismo adentra o canal do teto; 2. se multiplica utilizando os nutrientes do leite; 3. infecta o seio lactífero dos ductos coletores e alvéolos; 4. a grande presença de microrganismos presentes no teto atrai leucócitos, que, por conseguinte, gera edema e, em menor frequência, abscessos; 5. por fim, durante o processo de cicatrização, o tecido mamário é substituído por tecido fibroso (Acosta et al., 2016).

Algumas consequências significativas da mastite que podem ser enunciadas, são, por exemplo, o fato dela poder diminuir substancialmente a qualidade e o volume de leite produzido, pois o leite proveniente de indivíduos com quadro de mastite pode apresentar números alterados de alguns componentes importantes, como gordura, proteína, lactose e células somáticas. Estudos indicam que as perdas na produção de leite em cabras com mastite subclínica podem variar substancialmente, estimando-se entre 55 a 132 kg de leite por ano. Além disso, observa-se uma possível redução de 3g de gordura por kg de leite produzido por animal afetado (Machado et al., 2018a).

O aumento de células somáticas, por sua vez, pode afetar a qualidade do leite, pois reduz seu tempo de prateleira, muda a textura e acelera sua deterioração. Outro impacto que a presença de células somáticas em demasia causa são as dificuldades no seu processamento, pois elas podem alterar o rendimento de produtos lácteos, como queijos e iogurtes. Além disso, o leite vindo de animais infectados com mastite pode apresentar um odor desagradável, fazendo com que seja indesejável para os consumidores, além de haver risco de contaminação por bactéria para o consumidor final.

Como exemplo, pode-se notar que os valores de proteína e caseína do leite de cabra em Pernambuco e Paraíba podem não alcançar os níveis mínimos recomendados quando os rebanhos estão infectados com mastite caprina, levando novamente a problemas na produção do leite. O mesmo pode ser observado com a concentração de células somáticas,

pois seus valores podem ser significativamente elevados além do nível recomendado (Lopes et al., 2019). Em relação à concentração de gordura no leite, quando há mastite subclínica, ela pode ser significativamente reduzida (Bezerra et al., 2021).

Desta forma, a mastite caprina representa um desafio significativo na produção leiteira, gerando impactos econômicos consideráveis. As consequências dessa condição incluem: a necessidade de descarte de leite, custos associados a medicamentos e cuidados veterinários, aumento da carga de trabalho e diminuição tanto na qualidade quanto na quantidade do leite e seus derivados, além de, em casos mais extremos, levar à perda total da capacidade secretora da glândula mamária do animal (Santos Júnior et al., 2019).

Assim, a importância da prevenção e controle da mastite caprina destaca-se na necessidade de adotar medidas sanitárias eficazes nas propriedades. Essas medidas devem ser implementadas de maneira simultânea para reduzir as taxas de infecções subclínicas e clínicas, concentrando-se, principalmente, nos aspectos higiênicos das glândulas mamárias durante o processo de ordenha e nas práticas das pessoas envolvidas nesse procedimento. A eficácia dessas ações contribuirá significativamente para a saúde do rebanho e a qualidade da produção leiteira, reforçando a importância contínua da vigilância sanitária e de boas práticas de manejo (Santos Júnior et al., 2019). Para tanto, também é necessário entender quais patógenos são atuantes no cenário nacional e quais são suas características em relação à suscetibilidade a antibióticos para que seja possível ocorrer um tratamento adequado.

2 | MICRORGANISMOS RELACIONADOS À MASTITE CAPRINA NO BRASIL E SEUS PERFIS DE RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS

No Brasil, estima-se que a mastite seja a doença mais difundida na indústria leiteira, com prevalência em pequenos ruminantes de 36,3% (Acosta et al., 2016), sendo Pernambuco um dos estados com maior índice de prevalência da doença, a qual atinge cerca de 54,9% de todo rebanho de caprinos, variando por propriedade entre 40 e 76,19% (Aragão et al., 2021).

De forma geral, o estudo de Acosta et al. (2016) pôde sintetizar o panorama da mastite caprina no Brasil até sua data de publicação. A partir dele, foi possível constatar que o gênero *Staphylococcus* representa a maior porcentagem de bactérias infecciosas associadas à mastite caprina, sendo encontrado também o gênero *Corynebacterium*, especificamente na Região Sudeste e Centro-Oeste do país.

Os agentes etiológicos causadores da mastite podem ser divididos em dois grupos: contagiosos e ambientais. Os contagiosos são aqueles que infectam diretamente as glândulas mamárias e sua contaminação ocorre no período de ordenha de animal para animal. Os agentes contagiosos mais comumente citados são: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Mycoplasma species* e *Corynebacterium bovis*. Em contrapartida, os agentes ambientais são os que vivem no ambiente onde os ruminantes são criados e

o contágio ocorre durante o período entre as ordenhas. Os principais agentes ambientais são: *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus bovis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Enterobacter aerogenes* (Acosta et al., 2016)

Em relação ao gênero *Staphylococcus*, são encontrados com maior frequência os *Staphylococcus* Coagulase Negativa (SCN). Tal fato deixa o tratamento da mastite dificultoso, pois o referido grupo apresenta elevada heterogeneidade de espécies, sendo mais ou menos 15 espécies associadas aos processos inflamatórios das glândulas mamárias, tais como: *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus chromogenes*, *Staphylococcus haemolyticus* e *Staphylococcus xylosus* (Acosta et al., 2016).

Quanto ao grupo de *Staphylococcus* Coagulase Positiva (SCP), são isoladas, principalmente, as espécies *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus hyicus*. No entanto, estima-se que *S. aureus* seja o agente mais importante na etiologia da mastite no Brasil, pois a partir da infecção deste microrganismo, ocorre a liberação de diversas exotoxinas, tais como: enterotoxinas estafilocócicas, toxinas esfoliativas, toxina da síndrome de choque tóxico e alfa e beta hemólise. Tais fatores levam a destruição do tecido glandular mamário, provocando redução permanente na produção de leite (Bhatia et al., 2007).

Da mesma forma, o gênero *Streptococcus* apresenta também grande importância na etiologia da mastite, pois é responsável por causar grandes perdas na produção de leite devido ao estímulo do aumento das células somáticas. No Brasil, os *Streptococcus* mais frequentemente encontrados são: *S. uberis* e *S. dysgalactae*. Similarmente, o gênero *Corynebacterium* provoca o mesmo efeito, sendo a espécie *C. bovis* relatada com maior frequência (Acosta et al., 2016).

Ainda sobre o estudo de Acosta et al. (2016), foi relatado também que microrganismos causadores da mastite caprina, especificamente *S. aureus* isolado na Região Nordeste, apresentava perfil de resistência à penicilina (80%), ampicilina (80%) e neomicina (80%). Outros diversos isolados na mesma região apresentaram resistência ao ácido nalidixico (78,26%). Na Região Sudeste, observou-se *S. epidermidis*, *S. agalactiae*, *S. aureus* e *C. bovis*, isolados de caprinos com mastite, nas respectivas porcentagens de resistência para os seguintes antibióticos: penicilina (61,5; 79; 87,5; 83,4%), ampicilina (65,2; 36,9; 75; 25%) e neomicina (61,5; 47,4; 62,5; 41,7%).

No entanto, estudos recentes têm demonstrado que cerca de 46,42% dos rebanhos caprinos, nos estados de Pernambuco e Paraíba, estão infectados pelo gênero *Mycoplasma*, sendo 94,08% pertencentes à espécie *M. agalactiae* e o restante pertencente ao *M. mycoides* cluster (Lopes et al., 2019). Além dos rebanhos, de acordo com Matos et al. (2019), cerca de 19,9% do leite de caprinos do estado da Paraíba também está contaminado com *M. agalactiae*. Ainda no estado da Paraíba, têm sido reportados os seguintes patógenos relacionados à mastite subclínica: *Staphylococcus* spp. (44,11%),

Trueperella pyogenes (23,52%), *Klebsiella* spp. (17,64%), *Klebsiella pneumoniae* (11,76%), *K. oxytoca* (18,18%), *E. coli* (18,18%), *Nocardia* spp. (9,09%), *Pseudomonas auruginosa* (9,09%) e *Serratia* spp. (9,09%) (Santos Júnior et al., 2019).

De modo parecido, em Pernambuco tem sido encontrada uma variedade de bactérias associadas à mastite caprina, no total 214 patógenos foram identificados no leite caprino, sendo 83,29% *Staphylococcus* spp., 6,50% *Micrococcus luteus*, 3,73% *Corynebacterium* spp., 2,80% *Bacillus* spp., 1,38% *Escherichia coli*, 0,92% *Enterobacter cloacae*, 0,46% *Aerococcus viridans*, 0,46% *Morganella morganii* e 0,46% *Turicella otitidis*. Dentre o gênero *Staphylococcus*, as espécies de SCN foram mais prevalentes, sendo a maior prevalência detectada para *S. epidermidis* com 43,40%, seguida por 14% de *S. caprae*, 8,80% de *S. lugdunensis* e 5,60% de *S. aureus* (Aragão et al., 2021). Em relação à prevalência de patógenos presentes no leite caprino, tem sido reportado, em Pernambuco, que cerca de 2,15% do leite produzido está contaminado por *S. aureus* (Acosta et al., 2018). Já na microrregião de Juazeiro-BA e Petrolina-PE, cerca de 15% do rebanho caprino leiteiro está associado com mastite subclínica, estando presentes o gênero *Staphylococcus* (76,7%), *Micrococcus* (20%) e *Corynebacterium* (3,3%) (Souza et al., 2021).

No Rio de Janeiro, foram detectadas as seguintes espécies de SCN: 47,36% como *Staphylococcus epidermidis*, 15,78% como *Staphylococcus warneri*, 10,52% como *Staphylococcus caprae* e *Staphylococcus aureus* e 5,26% como *Staphylococcus lugdunensis*, *Staphylococcus simulans* e *Staphylococcus cohnii* (Pereira et al., 2020). De modo parecido, no leite caprino produzido no estado de São Paulo, estavam presentes os seguintes patógenos nas seguintes frequências: SCN (70%), *S. aureus* (13,5%), *S. intermedius* (7,9%) e *Enterobacteriaceae* (4%) (Machado et al., 2018b). Ainda no estado de São Paulo, se tratando especificamente do perfil de diversidade patogênica em cabras com mastite subclínica, foi notado que 24% eram SCN, 4,7% foram identificadas como *S. aureus*, 2,7% pertenciam a espécie *S. intermedius*, 1,4% *Enterobacteriaceae*, 0,6% *Corynebacterium*, 0,6% *S. hyicus*, 0,2 *Streptococcus* spp., 0,2% *Micrococcus* spp., 0,2% *S. lutrae* e 0,2% *S. schleiferi*.

Com relação ao tratamento da mastite caprina, apesar de serem administrados antibióticos para o mesmo, cerca de 25% das bactérias pertencentes ao gênero *Staphylococcus* não aureus isoladas nos estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Bahia, associadas à mastite caprina, são consideradas multirresistentes a antibióticos. Amoxicilina, ampicilina e penicilina são os antibióticos que mais apresentam ineficiência, porém, gentamicina, norfloxacina, sulfazotrim e vancomicina são alternativas para o tratamento dessa enfermidade (Santos et al., 2020). Ainda sobre os microrganismos do gênero *Staphylococcus*, os isolados no estado da Paraíba se mostraram resistentes à penicilina (40%), seguida pela oxacilina (13,33%) e ampicilina (6,67%), contudo, eles se mostraram 100% sensíveis à cefalotina, ao cloranfenicol e à neomicina (Santos Júnior et al., 2019).

Já *S. aureus* isolados em Minas Gerais têm apresentado perfis de resistência à tetraciclina, penicilina, ampicilina e oxaciclina (Lima et al., 2020). Em comparação, SCN isolados de leite de rebanhos caprinos apresentaram as seguintes frequências de resistência aos antibióticos: 59,55% para penicilina G, 2,25% para cefoxitina e oxacilina, 28,65% para tetraciclina, 20,22% para enrofloxacina, 12,92% para eritromicina, 7,30% para vancomicina, 12,35% para clindamicina e 10,67% para rifampicina (Aragão et al., 2021). No Rio de Janeiro, alguns SCN mostraram resistência ao antibiótico cefoxitina (Pereira et al., 2021). No agreste de Pernambuco, cerca de 96,8% de SCN se mostraram resistentes à penicilina (Lucas et al., 2020).

Além da ineficiência do tratamento com antibióticos, o estudo de Polveiro et al. (2020) mostrou que, apesar de microrganismos causadores da mastite caprina em Pernambuco não demonstrarem perfis de resistência ao antibiótico enrofloxacina, sua administração em cabras pode causar disbiose na microbiota intramamária, ou seja, ele reduz o número de bactérias benéficas como as pertencentes ao filo *Fusobacteria* e ao gênero *Fusobacterium*, e, por conseguinte, abre espaço para bactérias do gênero *Staphylococcus* ocupar. Interessantemente, o estudo de Polveiro et al. (2022) demonstrou que a microbiota do leite de cabra difere totalmente quando há quadros de mastite clínica, subclínica e necrosante. O gênero *Staphylococcus* está presente em todos os casos, porém, para cada caso sua frequência é de: 28,41%, 21,05%, 29,82% e 46,60% para animais saudáveis, com mastite clínica, subclínica e necrosante, respectivamente. O mesmo vale para o gênero *Bifidobacterium*, o qual sofre redução gradual de 4,25%, 0,49%, 0,18% para 0,00%.

Em relação ao perfil genotípico, foi notado que diversos SCN isolados do leite de rebanhos caprinos com quadro de mastite, carregavam os seguintes genes, nas respectivas frequências: blaZ (64,60%), mecA (2,25%), tet(L) (22,47%), tet(M) (16,85%), tet-38 (6,41%), norA (37,07%), norB (14,04%), norC (4,49%), msrA (7,30%), vanA (8,42%) e vanB (0,56%) (Aragão et al., 2021).

Similarmente, *S. aureus* isolados de caprinos do estado de Minas Gerais apresentaram os seguintes genes, relacionados à resistência aos antibióticos: tetK, tetM, blaZ, norC e tet38 (Lima et al., 2020). No Rio de Janeiro, 40% dos SCN isolados a partir de cabras com mastite apresentaram o gene MecA (Pereira et al., 2021). Além disso, 91% de SCN isolados de mastite caprina foram positivos para o gene blaZ e, entre esses, 63% foram positivos para a produção de β -lactamase (Lucas et al., 2020). Esse conhecimento do perfil genotípico dos patógenos permite uma abordagem mais direcionada no tratamento e controle da mastite caprina.

A prevenção e controle da mastite são essenciais, envolvendo práticas sanitárias durante a ordenha e a adoção de medidas para reduzir infecções. A resistência a antibióticos e as mudanças na microbiota intramamária indicam a necessidade de abordagens mais eficazes. Portanto, novas alternativas ao tratamento da mastite devem ser estudadas constantemente, em busca de cada vez mais conhecimento e aprimoramento no controle

dessa enfermidade em prol de um aumento na qualidade de vida do rebanho alinhado à melhoria na qualidade da produção leiteira.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Atzel Candido et al. Mastites em ruminantes no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, p. 565-573, 2016.

ACOSTA, Atzel C. et al. Frequency of *Staphylococcus aureus* virulence genes in milk of cows and goats with mastitis. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 2029-2036, 2018.

ARAGÃO, Breno Bezerra et al. High frequency of β -lactam-resistant *Staphylococcus aureus* in artisanal coalho cheese made from goat milk produced in northeastern Brazil. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 8, p. 6923-6927, 2019.

ARAGÃO, Breno Bezerra et al. Evaluation of contamination by *Staphylococcus aureus* in artisanal curd cheese made from goat's milk produced in the state of Pernambuco. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 615-622, 2020.

ARAGÃO, Breno Bezerra et al. Multiresistant zoonotic pathogens isolated from goat milk in Northeastern Brazil. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 79, p. 101701, 2021.

ARAGÃO, Breno Bezerra et al. Occurrence of emerging multiresistant pathogens in the production chain of artisanal goat coalho cheese in Brazil. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 84, p. 101785, 2022.

BEZERRA, Andreia B. et al. Pathogen-specific changes in composition and quality traits of milk from goats affected by subclinical intramammary infections. **Journal of Dairy Research**, v. 88, n. 2, p. 166-169, 2021.

FELISBERTO, Nivea Regina de Oliveira et al. Diagnóstico da Bacia Leiteira Caprina localizada entre os estados da Paraíba e Pernambuco. Sobral: **Embrapa Caprinos e Ovinos**, 2022. ISSN 1676-7659.

IBGE. **Mapa de Rebanho de Caprinos (Bodes e Cabras)**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/caprinos/br>. Acesso em: 16 dez. 2023.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Censo Agropecuário 2017**; Resultados definitivos. Tabela 6929 - Número de estabelecimentos agropecuários com caprinos, efetivos, venda e produção de leite, por tipologia, grupos de atividade econômica e grupos de área total. [Rio de Janeiro, 2019]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6929#/n1/all/n2/2,3/n3/25,26/n9/25010,25011,26003,26004,26007,26008/v/2216,2218,2219/p/all/c829/46302/c12517/113601/c220/110085/d/v2216%200,v2219%200/l/v,p+c829+c12517,t+c220/resultado>. Acesso em: 16 dez. 2023.

LIMA, Magna Coroa et al. Mastitis in dairy goats from the state of Minas Gerais, Brazil: profiles of farms, risk factors and characterization of bacteria. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 1742-1751, 2018.

LIMA, Magna Coroa et al. Profiles of *Staphylococcus aureus* isolated from goat persistent mastitis before and after treatment with enrofloxacin. **BMC microbiology**, v. 20, p. 1-11, 2020.

LOPES, Luciana Florêncio Vilaça et al. *Mycoplasma agalactiae* and the *Mycoplasma mycoides* cluster in goat herds in the states of Pernambuco and Paraíba, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5Supl1, p. 2261-2270, 2019.

LUCAS, Amanda Pereira et al. β -lactam resistance in coagulase-negative *Staphylococcus* isolated from subclinical goat mastitis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. e02173, 2021.

MACHADO, G. P. et al. Occurrence, pathogens and risk factors for subclinical mastitis in dairy goats. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 1665-1670, 2018a.

MACHADO, Gustavo P. et al. Detection of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli* in Brazilian mastitic milk goats by multiplex-PCR. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 1358-1364, 2018b.

MATOS, Rodrigo AT et al. Occurrence and risk factors associated with *Mycoplasma agalactiae* infection in dairy goat herds of Paraíba State, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, p. 93-98, 2019.

ONEN, Sevda Pehlivanlar et al. Investigation into toxin and slime genes in staphylococci isolated from goat milk and goat cheese in southern Turkey. **The Thai Journal of Veterinary Medicine**, v. 48, n. 3, p. 339-346, 2018.

PEREIRA, Camila S. et al. Proteomics characterization of *Staphylococcus* spp. from goat mastitis and phenogeno-typical assessment of resistance to beta-lactamics. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 41, 2021.

POLVEIRO, Richard Costa et al. Effects of enrofloxacin treatment on the bacterial microbiota of milk from goats with persistent mastitis. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 4421, 2020.

POLVEIRO, Richard Costa et al. Distinguishing the milk microbiota of healthy goats and goats diagnosed with subclinical mastitis, clinical mastitis, and gangrenous mastitis. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, p. 918706, 2022.

SANTOS, André. et al. Antimicrobial resistance profile of non-aureus *Staphylococci* isolates from buffalo, goat and sheep mastitis in the Northeast region of Brazil. **Journal of Dairy Research**. p. 2-5, 2020.

SANTOS JÚNIOR, Dinamérico de Alencar et al. Etiology and in vitro antimicrobial sensitivity of isolated bacteria from goats with mastitis in the sertão and cariri of Paraíba. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. e-44848, 2019.

SIMPLÍCIO, K. M. M. G. et al. Serum concentrations of acute phase proteins in goats and ewes with naturally acquired *Staphylococcus aureus* mastitis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, p. 285-292, 2017.

SOUZA, Bruna Crislane da Silva et al. Economic impact and epidemiological aspects of subclinical mastitis and caprine arthritis-encephalitis in the semiarid northeastern region of Brazil. **Acta Vet. bras.**, p. 310-315, 2021.

XING, Xiaonan et al. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from goat milk powder processing plants. **Food Control**, v. 59, p. 644-650, 2016.