

RAMON DE ANDRADE COELHO

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO LEITE DE CAPRINOS CRIADOS NO  
SEMIARIDO SERGIPANO E SUSCEPTIBILIDADE A AGENTES  
ANTIMICROBIANOS IN VITRO**

RECIFE

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

RAMON DE ANDRADE COELHO

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO LEITE DE CAPRINOS CRIADOS NO  
SEMIARIDO SERGIPANO E SUSCEPTIBILIDADE A AGENTES  
ANTIMICROBIANOS IN VITRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Medicina Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária  
da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Huber Rizzo

RECIFE

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R175a Coelho, Ramon de Andrade  
Avaliação microbiológica do leite de caprinos criados no Semiárido Sergipano e susceptibilidade a agentes antimicrobianos in vitro / Ramon de Andrade Coelho. - 2020.  
39 f. : il.
- Orientador: Huber Rizzo.  
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Recife, 2022.
1. antibiograma. 2. caprinocultura leiteira. 3. isolamento bacteriano. I. Rizzo, Huber, orient. II. Título

CDD 636.089

---

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO LEITE DE CAPRINOS CRIADOS NO  
SEMIARIDO SERGIPANO E SUSCEPTIBILIDADE A AGENTES  
ANTIMICROBIANOS IN VITRO**

Dissertação de Mestrado elaborada por  
RAMON DE ANDRADE COELHO

Aprovada em 29/09/2020

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Huber Rizzo (Orientador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Akiko Sato Cabral de Araujo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Tatiana Rodrigues da Silva  
Universidade Federal de Campina Grande, Campus Patos, PB

## RESUMO

Em virtude da escassez de informação, faz-se necessária a caracterização da situação epidemiológica envolvendo a resistência bacteriana nas produções de caprinos leiteiros de Sergipe. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a frequência e o perfil de sensibilidade a antimicrobianos de bactérias isoladas de amostras de leite caprina de alguns municípios do estado de Sergipe. O estudo foi conduzido em 28 caprinoculturas de quatro municípios do Semiárido Sergipano. A pesquisa foi realizada com todas as fêmeas em lactação de cada rebanho (N = 263) com idade superior a um ano, obtidas de maneira aleatória, com uma amostragem não probabilística por conveniência. Foram coletadas amostras de leite dos dois tetos, totalizando 526 amostras. Cultivo e isolamento bacteriano bem como o estudo do perfil de sensibilidade a antibióticos foi realizado. Para este último, foram avaliados os seguintes princípios: amoxicilina com ácido clavulânico, amicacina, amoxicilina, ampicilina com sulbactam, ciprofloxacina, cefalexina, cefalotina, ceftriaxona, cloranfenicol, doxiciclina, enrofloxacina, gentamicina, levofloxacina, ofloxacina, penicilina G e tetraciclina. Um formulário foi aplicado para obter informações zootécnicas de cada propriedade. Os dados foram descritos como frequências absolutas e relativas. A avaliação de significância das comparações entre as características dos rebanhos e o isolamento bacteriano foi realizada por meio do teste de Qui-quadrado de Pearson. O isolamento bacteriano ocorreu em 15,4% (81/526) das amostras de 23,2% (61/263) dos caprinos. *Escherichia coli* (45,9%), *Staphylococcus caprae* (16,4%) e *Enterococcus faecalis* (11,5%), foram as espécies mais frequentemente isoladas. Os isolamentos bacterianos foram predominantes em rebanhos leiteiros com até 50 animais, produção de 20 a 50 litros/dia e no município de Porto da Folha. Em termos de suscetibilidade antimicrobiana, a maioria dos isolados demonstrou resistência à penicilina e amoxicilina (88,5%), seguida de ceftriaxona (23%), ofloxacina (23%), tetraciclina (23%), doxiciclina (19,7%), cloranfenicol (11,5%), levofloxacina (11,5%), ampicilina/sulbactam (8,2%), amicacina (6,6%), cefalotina (4,9%), cefalexina (3,3%) e gentamicina (3,3%). Aproximadamente 20% dos isolados foram multirresistentes, especialmente *E. coli* (50%) e *S. aureus* (16,7%). A *E. coli*, foi a espécie mais frequente nas amostras, além de ser a espécie que mais apresentou isolados multidroga resistentes (MDR; 50%), com cepas resistentes a beta-lactâmicos, aminoglicosídeos, quinolonas, tetraciclina e cloranfenicol. O *S. aureus* foi a segunda espécie com maior frequência de cepas MDR.

**Palavras-Chave:** antibiograma, caprinocultura leiteira, isolamento bacteriano.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the frequency and antimicrobial susceptibility profile of bacteria isolated from goat milk samples from some municipalities in the Brazilian state of Sergipe. The study included 28 goat farms in four municipalities of the Semiarid region of the State of Sergipe in Northeastern Brazil. All lactating does of each herd (n = 263) aged >1 year were, sampled randomly by non-probabilistic convenience sampling. Milk samples were collected from both teats, resulting in 526 samples in total. Bacterial culturing and isolation were performed, followed by antimicrobial susceptibility profile analysis to the following active principles: amoxicillin with and without clavulanic acid, amikacin, ampicillin with sulbactam, ciprofloxacin, cefalexin, cefalotin, ceftriaxone, chloramphenicol, doxycycline, enrofloxacin, gentamicin, levofloxacin, ofloxacin, penicillin G, and tetracycline. A survey form was used to obtain zootechnical information for each farm. Data are described as absolute and relative frequencies. The significance assessment of the differences between herd characteristics and bacterial isolation was performed using Pearson's chi-squared test. Bacterial isolation occurred in 15.4% (81/526) of the samples from 23.2% (61/263) of the goats. *Escherichia coli* (45,9%), *Staphylococcus caprae* (16,4%) and *Enterococcus faecalis* (11,5%), were the most frequently isolated species. Bacterial isolations were predominant in dairy herds with up to fifty animals, production of twenty to fifty liters/day and in the municipality of Porto da Folha. In terms of antimicrobial susceptibility, most isolates demonstrated resistance to penicillin and amoxicillin (88.5%), followed by ceftriaxone (23%), ofloxacin (23%), tetracycline (23%), doxycycline (19.7%), chloramphenicol (11.5%), levofloxacin (11.5%), ampicillin/sulbactam (8.2%), amikacin (6.6%), cephalothin (4.9%), cephalexin (3.3%) and gentamicin (3.3%). Approximately 20% of the isolates were multidrug resistant, especially *E. coli* (50%) and *S. aureus* (16.7%). *E. coli* was the most frequently isolated species from the samples. *E. coli* also stood out as the species presenting the most multidrug-resistant (MDR) isolates (50%), with strains resistant to beta-lactams, aminoglycosides, quinolones, tetracycline, and chloramphenicol. Coagulase-negative staphylococci are recognized as a public health problem as they are etiological agents of various diseases and can easily acquire antimicrobial resistance genes. Although it was not the most frequently isolated species, *S. aureus* was the species with the second-highest frequency of MDR strains.

**Keywords:** antibiograma, dairy herds goats, bacterial isolation.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Glândula mamária de cabra, demonstrando as estruturas anatômicas e funcionais que permite a excreção do leite caprino, produzido nas células epiteliais do tecido alveolar, armazenado na cisterna glandular e da teta, e secretado através do canal da teta. (Fonte: Stabenfeldt & Davidson, 2004). 11

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Fatores de risco associados à infecção da glândula mamária de cabras criadas em propriedades rurais do estado de Sergipe, por variável analisada e total. 25
- 26
- Tabela 2.** Disposição dos dados de ocorrência dos agentes bacterianos isolados de amostras de leite de cabra. 26
- Tabela 3.** Dados sobre a resistência bacteriana aos antimicrobianos testados. 27

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

SCN: *Staphylococcus* coagulase negativa

CMT: California Mastitis Test

CCS: Contagem de Células Somáticas

AMC: Amoxicilina com ácido clavulânico

AMI: Amicacina

AMO: Amoxicilina

APS: Ampicilina com sulbactam

CFE: Cefalexina

CFL: Cefalotina

CIP: Ciprofloxacina

CLO: Clorafenicol

CRO: Ceftriaxona

DOX: Doxiciclina

ENO: Enrofloxacina

GEN: Gentamicina

LEV: Levofloxacina

OFX: Ofloxacina

PEN: Penicilina

TET: Tetraciclina



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Anatomofisiologia da glândula mamária das cabras	12
2.2. Caprinocultura leiteira no Nordeste	13
2.3. Mastite em caprinos	13
2.3.1. Etiologia e Epidemiologia	14
2.3.2. Tipos de Mastite e Sinais Clínicos	15
2.3.3. Diagnóstico	16
2.3.4. Controle e Prevenção	18
3. REFERÊNCIAS	19
4. ARTIGO CIENTÍFICO	22

## 1. INTRODUÇÃO

O leite é um alimento de suma importância nutricional para a sociedade moderna, pois fornece proteínas, vitaminas, gorduras, carboidratos e sais minerais fundamentais para toda vida do homem, especialmente em seus primeiros estágios (FONSECA; SANTOS, 2001). Entretanto, a qualidade do leite produzido no Brasil é exposta a muitas variáveis, dentre elas o manejo sanitário, que ainda é precário no cenário da caprinocultura leiteira, principalmente no Nordeste. Tal deficiência gera queda em sua qualidade, levando a enfermidades, com destaque para a mastite (GOTTARDI *et al.*, 2008).

Ao ser produzido e secretado nos alvéolos mamários, o leite de um animal saudável é estéril, entretanto, ao ser ordenhado, manuseado e armazenado pode sofrer contaminações originárias do interior do úbere, onde existe uma pequena carga microbiana residente, do mecanismo e equipamentos de ordenha e armazenamento, além de diversas fontes ambientais, sendo a superfície cutânea considerada uma das principais fontes de contaminação do leite cru (BRITO *et al.*, 2000; MENEZES *et al.*, 2014).

A mastite é caracterizada pela inflamação da glândula mamária, sendo uma das principais razões do descarte de matrizes em rebanhos (FONSECA; SANTOS, 2001), que trazem preocupações para produtores de leite no Brasil, principalmente nas áreas do sertão e agreste nordestino. A etiologia é abrangente, entretanto, a ação de microrganismos patogênicos é o principal causador da mastite (ANDERSON *et al.*, 2004), onde a ação leucocitária contra esses patógenos é um mecanismo de defesa comum do organismo, entretanto, essa reação inflamatória eleva a contagem de células somáticas presentes no leite, o que evidencia a relação dessas células com a presença de infecção instalada (SILVA *et al.*, 2005).

Os principais agentes etiológicos associados a mastite são bactérias patogênicas de caráter ambiental ou contagioso, que possuem como formas de transmissão o contato direto, na ordenha ou na mamada do cabrito. O principal agente da mastite clínica é o *Staphylococcus coagulase positiva (Staphylococcus aureus)* e da mastite subclínica são *Staphylococcus coagulase negativa* como o *Staphylococcus epidermidis*, (CONTRERAS *et al.*, 2003; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019), além do *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* e *Corynebacterium bovis*. Outros agentes descritos na literatura infectando a glândula mamária de cabras são enterobactérias (PRESTES *et al.*, 2002; PEIXOTO *et al.*, 2010; SARKER ; SAMAD, 2011; GASPAROTTO *et al.*, 2016), *Streptococcus sp.* (PEIXOTO *et al.* 2008; GASPAROTTO *et al.*, 2016), *Trueperella pyogenes* (SANTOS

JUNIOR *et al.*, 2019), *Klebsiella sp.* (GASPAROTTO *et al.*, 2016; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2019), entre outros.

Quanto à forma de manifestação clínica, a mastite pode ser classificada como catarral, apostematosa e flegmonosa ou gangrenosa, sendo as mesmas caracterizadas respectivamente por: processo inflamatório superficial das porções ventrais mamárias com secreção láctea de aparência macroscópica normal, processo inflamatório profundo com presença de pus e/ou abscessos e processo inflamatório grave e difuso do interstício glandular mamário, com evolução para cianose, secreções aquosas, sanguinolentas e necróticas (GARCIA *Et al.*, 1996).

Os prejuízos econômicos causados por tal enfermidade são notáveis tendo em vista as altas taxas de mortalidade e morbidade presentes nas propriedades situadas em áreas endêmicas do agreste e sertão nordestino, cuja principal atividade é a capriovinocultura (PINHEIRO *et al.*, 2000), além de despesas com terapia farmacológica, honorários veterinários e o baixo índice de produção, que tornam a atividade dispendiosa e não atrativa.

Sobre o tratamento da mastite caprina, existe a crescente preocupação com a resistência bacteriana aos antimicrobianos convencionais, o que alerta para a necessidade da adoção de protocolos terapêuticos, de preferência, respaldados em testes de sensibilidade antimicrobiana *in vitro* (SILVA *et al.*, 2004).

Tendo em vista a importância da caprinocultura para a região do nordeste do Brasil, a relevância da atividade na sustentabilidade e subsistência de produtores de baixa renda, as perdas produtivas e econômicas ocasionadas pela mastite, a escassez de informações sobre essa doença em caprinos e a importância de se pesquisar e avaliar de maneira mais aprimorada a utilização de antimicrobianos nos casos da mastite em caprinos para assim estabelecer um tratamento com maior eficácia.

O presente trabalho tem como objetivo identificar os principais agentes microbianos no leite caprino de rebanhos da região do semiárido do estado de Sergipe, bem como sua suscetibilidade a antimicrobianos *in vitro*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Anatomofisiologia da glândula mamária de cabras

Nas cabras, o úbere é uma glândula localizada na região inguinal, junto a parede ventral do abdômen, constituído por duas metades com uma glândula cada, drenada por um teto, cada. São sustentadas pelos ligamentos suspensórios, recebem irrigação sanguínea unicamente da artéria pudica externa, e drenam o sangue desoxigenado através da veia pudica externa e subcutânea abdominal (HAENLEIN; CACCESE, 1992).

Os alvéolos mamários são compostos por células epiteliais secretórias diferenciadas, produtoras de secreção láctea, envolvidas por células mioepiteliais que favorecem a descida do leite até à cisterna da glândula e posteriormente, durante a mamada ou ao ser ordenhada, ao canal do teto e ambiente externo (STABENFELDT ; DAVIDSON, 2004), conforme representado na Figura 1.

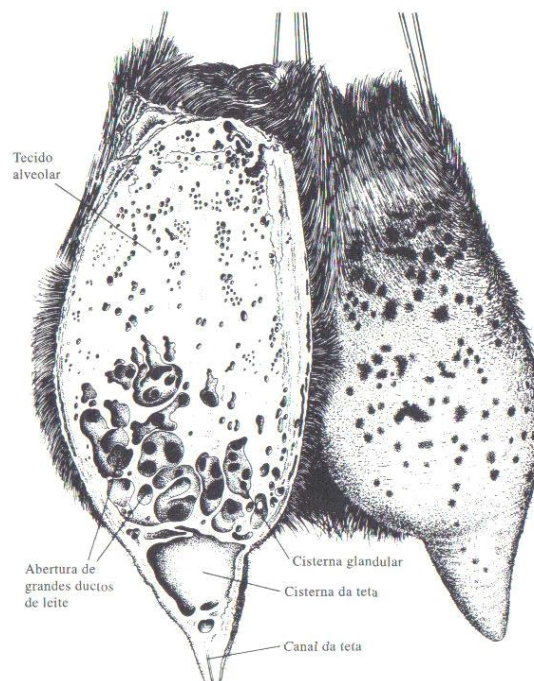


Figura 1: Glândula mamária de cabra, demonstrando as estruturas anatômicas e funcionais que permite a excreção do leite caprino, produzido nas células epiteliais do tecido alveolar, armazenado na cisterna glandular e da teta, e secretado através do canal da teta. (Fonte: STABENFELDT; DAVIDSON, 2004).

Os mecanismos de defesa orgânicos, na glândula mamária caprina, contam com uma estrutura de tecido fibroso e elástico, chamada esfíncter, na extremidade distal do canal da teta, que quando fechada, impede a comunicação entre o meio externo e o interior da glândula. Além deste, uma estrutura membranosa pregueada em feixes circulares, chamada roseta de Fuerstenberg, se fecha com a pressão do leite na cisterna, evitando a saída do leite e a entrada de microrganismo na glândula mamária (HAENLEIN CACCESE, 1992).

## **2.2 Caprinocultura leiteira no Nordeste**

A caprinocultura é uma atividade econômica difundida em todo territorial nacional, mas concentrando cerca de 90% dos rebanhos na região Nordeste do Brasil. O rebanho caprino brasileiro, de acordo com o IBGE (2017), possui 9.592.079 de caprinos, sendo que 8.944.461 estão na região Nordeste e 23.680 no estado de Sergipe.

Embora a maior parte do rebanho caprino esteja no Nordeste, o Sudeste concentra 54,3 % da produção de leite caprino processada por laticínios, fato este associado a utilização de raças especializadas, bem como maior organização da cadeia produtiva (COSTA, 2007).

A qualidade do leite produzido no Brasil é exposta a muitas variáveis, dentre elas o manejo sanitário, que ainda é precário no cenário da caprinocultura leiteira, principalmente no Nordeste. Tal deficiência gera queda na qualidade do leite e resultam em doenças, com destaque para a mastite (GOTTARDI *et al.*, 2008).

## **2.3 Mastite em caprinos**

A mastite é caracterizada pela inflamação da glândula mamária, com presença de alterações físico-químicas e bacteriológicas do leite, e alterações patológicas do tecido glandular mamário. É uma das principais razões do descarte de matrizes em rebanhos, além de despesas com terapia farmacológica, honorários veterinários e o baixo índice de produção (PINHEIRO *et al.*, 2000; FONSECA; SANTOS, 2001).

Considerada a principal enfermidade em rebanhos caprinos leiteiros, além das perdas econômicas, a mastite é um grave problema pela possibilidade de veiculação de agentes patogênicos zoonóticos, com riscos à saúde pública (LADEIRA, 2007).

### 2.3.1 Etiologia e Epidemiologia

Os principais agentes etiológicos associados a mastite são bactérias patogênicas de caráter ambiental ou contagioso, sendo que as principais formas de transmissão desses agentes ocorrem através do contato direto, na ordenha ou na mama do cabrito. Diversos autores relatam os *Staphylococcus* coagulase negativa como as mais prevalentes bactérias isoladas de mastite subclínica (CONTRERAS *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2004; PEIXOTO *et al.*, 2008; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019). A presença de CNS associada a humanos e isolada de mastite subclínica em caprinos foi descrita por diversos autores (CONTRERAS *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2004), e indicam o homem como uma possível fonte de infecção para as cabras.

Entre as mastites clínicas as principais bactérias isoladas são *S. aureus* (CONTRERAS *et al.*, 2003; PEIXOTO *et al.*, 2008), *Trueperella pyogenes* (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019) e *Klebsiella spp*, *Escherichia coli* (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019), *Staphylococcus* coagulase negativa.

Devido a sua patogenicidade, *S. aureus* pode ser considerado um importante agente causador de mastite clínica, subclínica e crônica em caprinos, além de mastite gangrenosa, com altas taxas de morbidade e mortalidade (Silva *et al.*, 2004).

Outros agentes descritos na literatura infectando a glândula mamária de cabras são enterobacterias (PRESTES *et al.*, 2002; PEIXOTO *et al.*, 2010; SARKER; SAMAD, 2011; GASPAROTTO *et al.*, 2016), *Streptococcus sp.* (PEIXOTO *et al.* 2008; GASPAROTTO *et al.*, 2016), *Trueperella pyogenes* (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2019), *Klebsiella sp.* (GASPAROTTO *et al.*, 2016; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2019), entre outros.

De acordo com Santos Júnior *et al.* (2019), animais mais velhos, acima de quatro anos de idade, possuem uma maior possibilidade de adquirirem infecção intramamária. Os rebanhos em sistema de criação intensivo possuem maior predisposição a infecção bacteriana da glândula mamária, uma vez que a aglomeração de animais facilita a disseminação dos patógenos (PEIXOTO *et al.*, 2008).

Em relação a variações sazonais influenciando o desenvolvimento da mastite, autores observaram maior prevalência nos períodos chuvosos (PEIXOTO *et al.*, 2010). Há ainda, uma preocupação para a saúde pública, quando bactérias zoonóticas passam para o leite consumido pelo humano, principalmente leite e queijo cru (CONTRERAS *et al.*, 2007).

### 2.3.2 Tipos de Mastite e Sinais Clínicos

As formas de mastites são subdivididas em mastite clínica (aguda, subaguda ou crônica) e subclínica (RADOSTITS *et al.*, 2002; LADEIRA, 2007), classificadas quanto ao tipo de evolução, manifestação clínica e aspecto do leite. A forma clínica é menos frequente, e ocorre associada ao aumento de temperatura, volume e enrijecimento das glândulas mamárias, com secreção purulenta e/ou sanguinolenta de odor fétido, fibrose e formação de nódulos, podendo ocorrer em casos mais graves sinais sistêmicos como anorexia, febre, apatia e necrose de pele (RADOSTITS *et al.*, 2002; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019). A forma subclínica é mais comum, frequentemente sem nenhuma ou discretas alterações macroscópicas do leite e da cabra, mas como alterações da composição do leite, como aumento da contagem de células somáticas, e acompanhada de diminuição da produção láctea (FONSECA; SANTOS, 2001; LADEIRA, 2007).

Podem ser ainda classificadas quanto ao agente patogênico em contagiosa ou ambiental. A primeira se caracteriza pela presença de microorganismos dependente do organismo animal e ambiente da teta/leite para proliferar-se, resultando em resposta inflamatória do tecido mamário (PRESTES *et al.*, 2003). A infecção ocorre primariamente de um animal infectado para outro sadio, muitas vezes no processo de ordenha, e são descritas principalmente as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* e *Corynebacterium sp.* (FONSECA; SANTOS, 2001). A ambiental caracteriza-se por contaminação por patógenos presentes no ambiente, em locais onde há má higienização, com presença de esterco, urina, barro e/ou matéria orgânica, sendo os coliformes, como a *Escherichia coli*, estafilocos e estreptococos ambientais os mais reportados (FONSECA; SANTOS, 2001; PRESTES *et al.*, 2002).

Quanto à forma de manifestação clínica, a mastite pode ser classificada como catarral, apostematosa e, flegmonosa ou gangrenosa. A forma catarral caracteriza-se por processo inflamatório superficial das porções ventrais mamárias com secreção láctea de aparência macroscópica normal, podendo apresentar grumos durante a ordenha e nas formas agudas a glândula pode apresentar-se quente, avermelhada, aumentada de volume e com produção de leite reduzida. Na mastite apostematosa ocorre processo inflamatório tecidual profundo, com presença de grande quantidade de pus e/ou formação de abscessos, podendo levar a hipertrofia ou atrofia glandular e ainda a sepse. A forma flegmonosa associa-se a processo inflamatório grave e difuso do interstício glandular mamário, com bastante sensibilidade e comprometimento sistêmico mediado principalmente pelas toxinas bacterianas associadas,

podendo evoluir para forma gangrenosa, onde ocorre cianose, com secreções aquosas, sanguinolentas e necróticas (GARCIA *et al.*, 1996).

### 2.3.3 Diagnóstico

Diversas metodologias diretas e indiretas possibilitam o diagnóstico de mastite em caprinos. A forma clínica e a crônica são mais facilmente identificáveis, uma vez que produz alterações visíveis nas mamas. A forma subclínica, entretanto, muitas vezes assintomática, requer a utilização de métodos mais específicos e sensíveis para elucidação diagnóstica. Entre as metodologias utilizadas, as principais são o Califórnia Mastitis Test (CMT), a Contagem de Células Somáticas (CCS) e a avaliação microbiológica, sendo esta última considerada a metodologia de escolha.

De acordo com Contreras *et al.* (2007) o diagnóstico e prevenção da mastite caprina não deve ser baseada nas metodologias utilizadas para mastite em grandes ruminantes, levando-se em consideração as diferenças existentes entre estas espécies.

CMT e CCS: o Califórnia Mastitis Test é um teste que mede de forma indireta a concentração de leucócitos no leite, resultando em graus de intensidade variável de formação gelatinosa na reação das células somáticas com o reagente (SILVA *et al.*, 1996).

De acordo com Santos Júnior *et al.* (2019), o CMT não é um método diagnóstico satisfatório para validar infecções intramamárias em caprinos, devido a uma baixa correlação entre animais positivos ao teste e o isolamento bacteriano em placa. Contreras *et al.* (2003) descrevem o CMT como um método mais eficiente em reações negativas que em reações positivas.

O CCS é uma avaliação indireta quantitativa, que permite a identificação de mastite pelo aumento do número de células epiteliais e leucocitárias presentes no leite (SILVA *et al.*, 1996). Entretanto, também não demonstra-se eficaz para o diagnóstico de mastite em caprinos, uma vez que, fisiologicamente, há um maior número de células somáticas no leite caprino, em relação a vacas e ovelhas, bem como um percentual de neutrófilos superior, o que pode levar a contagens falso-positivas (TIAN *et al.*, 2005).

Cultura com antibiograma: a análise microbiológica do leite é considerada a metodologia de escolha para o diagnóstico de mastite, sendo considerada como padrão ouro, uma vez que permite a identificação do patógeno associado à infecção (QUINN *et al.*, 2005; CONTRERAS *et al.*, 2007). O teste de antibiograma permite a identificação de sensibilidade



in vitro do microrganismo a diversos antibióticos, permitindo a escolha de um tratamento eficiente. (RADOSTITS *et al.*, 2002; QUINN *et al.*, 2005).

O uso indiscriminado de antibióticos no tratamento de mastite ou ainda a presença de mastites recidivantes, podem levar a aumento da resistência de microrganismos a essas drogas (SILVA *et al.*, 2004; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019).

*S. aureus* é frequentemente resistente a terapia antibiótica devido a sua capacidade de produzir uma membrana de exopolissarídio ou ainda de formar lesões abcedativas, nas quais há dificuldade de penetração das drogas antimicrobianas (SILVA *et al.*, 2004). De acordo com Silva *et al.* (2004), falhas na aplicação da “terapia seca” podem contribuir para a manutenção de *S. aureus* no rebanho.

Peixoto *et al.* (2008) relatam um maior percentual de sensibilidade in vitro para os antibióticos ciprofloxacina e norfloxacina (100%), ceftriaxona (93,3%) e gentamicina (82,2%), enquanto Santos Júnior *et al.* (2019) descreve resistência a penicilina de até 64,31%.

#### **2.3.4 Controle e Prevenção**

O controle e prevenção da mastite caprina é semelhante a descrita para bovinos, incluindo a desinfecção dos tetos pré e pós ordenha, uso adequado de equipamentos de ordenha, “terapia seca” e tratamento das cabras com mastite clínica, além de manejo adequado de higiene das instalações e trabalhadores envolvidos no manjo dos animais (SMITH; HOGAN, 1998; RADOSTITS *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2004). Como os microrganismos que colonizam o óstio do teto favorecem a infecção por meio da penetração pelo canal nos momentos de ordenha, o principal ponto crítico de controle é a desinfecção dos tetos pré e pós ordenha (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2019).

Identificação dos animais portadores de mastite subclínica para realização de tratamento, favorecendo a qualidade de leite (SILVA *et al.*, 2004).

### 3 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D.E.; HULL, B.H.; PUGH, D.G. Enfermidades da glândula mamária. In: PUGH, D.G. Clínica de Ovinos e Caprinos. São Paulo: Roca, 2004, p.379-399.
- BAUER, A.W.; KIRBY, W.M.M.; SHERRIS, J.C.; TURCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. American Journal of Clinical Pathology. v.45, p.493-496, 1966.
- BRITO, J.R.F.; BRITO, M.A.V.P.; VERNEQUE, R.S. Contagem bacteriana da superfície de tetas de vacas submetidas a diferentes processos de higienização, incluindo a ordenha manual com participação do bezerro para estimular a descida do leite. Ciência Rural, v.30, n.5, p.847-850, 2000.
- CONTRERAS, A.; LUENGO, C.; SANCHEZ, A.; CORRALES, J.C. The role of intramammary pathogens in dairy goats. Livestock Production Science, v.79, p.273- 283, 2003.
- CONTRERAS, A.; SIERRA, D.; SÁNCHEZ, A.; CORRALES, J.C.; MARCO, J.C.; PAAPE, M.J.; GONZALO, C. Mastitis in small ruminants. Small Ruminant Research, v. 68, p. 145-163, 2007.
- COSTA, A.L. Leite caprino: um novo enfoque de pesquisa. Embrapa Caprinos. Disponível em: <http://www.cnpc.embrapa.br/artigo-4.htm>. Acesso em 20/06/20.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. Qualidade do leite e controle de mastite. São Paulo: Lemos Editorial, 2001. 175p.
- GARCIA, M.; LIBERA, A.M.M.P.; BARROS FILHO, I. Manual de semiologia e clínica dos ruminantes. São Paulo: Varela, 1996. 247p.
- GAPAROTTO, P.H.G.; WEBER, F.K.; BARBOSA, V.A.A; MORAES, L.B; BICALHO, B.; SOBRAL, F.O.S. Principais gêneros bacterianos causadores de mastite, isolados no Laboratório de Microbiologia Veterinária do Hospital Veterinário do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná/RO. Revista Veterinária em Foco, v.14, n.1, p.60-74, 2016.
- GOTTARDI, C.P.T.; MURICY, R.F.; CARDOSO, M.; SCHIMIDT, V. Qualidade higiênica de leite caprino por contagem de coliformes e estafilococos. Ciência Rural, v.38, n.3, p.743-748, 2008.
- HAENLEIN, G.F.W.; CACCESE, R. The udder. In: VARNER, M. Goat Handbook. Porto Alegre: Sulina, 1992, p. 387-390.
- IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2017. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos por tipo

de rebanho, 2008 a 2017. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 01 out. 2018.

MENEZES, M.F.C.; SIMEONI, C.P.; ETCHEPARE, M.A.; HUERTA, K.; BORTOLUZZI, D.P.; MENEZES, C.R. Microbiota e conservação do leite. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, REGET-UFSM, v.18, p.76-89, 2014.

PINHEIRO, R.R.; GOUVEIA, M.A.G.; ALVES, F.S.F.; HADDAD, J.P.A. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura cearense. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 52, n. 5, p. 534-43, 2000.

PEIXOTO, R.M.; ANDRADE, N. P. C.; NOGUEIRA, D. M.; LIMA SILVA, W. E.; SOUZA JÚNIOR, A. F.; COELHO, A. J. C; COSTA, M. M. Isolamento de agentes bacterianos da mastite caprina em propriedades da região semiárida do submédio São Francisco-PE. In: 35º Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Gramado-RS. 2008.

PRESTES, D. S.; FILATI, A.; CECIM, M. S. Suscetibilidade à mastite: Fatores que a influenciam - uma revisão. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v.9, n.1, p.48-59, 2002.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E.; DONNELLY, W. J. C.; LEONARD, F. C.; MAGUIRE, D. Microbiologia veterinária e doenças infecciosas, Porto Alegre, Artmed, 2005.

LADEIRA, S.R.L. Mastite caprina. In: Doenças de Ruminantes e Equídeos. RIET-CORREA, F.; SCHILD, A.L.; LEMOS, R.A.A.; BORGES, J.R.J. 3ª Ed. São Paulo: Verela, Vol I, 2007. P.372-377.

RADOSTITIS, O.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFFE, W. Veterinary Medicine Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Goats and Horses, 9th edition, London:UK, 2000.

SANTOS JÚNIOR, D.A; MATOS, R.A.T; MELO, D. B.; GARINO JUNIOR, F.; SIMÕES, S.V.D.; MIRANDA NETO, E.G. Etiologia e sensibilidade antimicrobiana in vitro de bactérias isoladas de cabras com mastite no sertão e cariri paraibano. Ciência Animal Brasileira, v.20, p.1-11, 2019.

SARKER, H.; SAMAD, M.A. udder-halve-wise comparative prevalence od clinical and sub-clinical mastitis in lactating goats with their bacterial pathogens and antibiotic sensitivity patterns in Bangladesh. Bangladesh Journal Veterinary Medicine, v.9, n.2, p.137-143, 2011.

SILVA, E. R.; SAUKAS, T. N.; ALVES, F. S. F.; PINHEIRO, R. R. Contagem de células somáticas e California mastitis test no diagnóstico da mastite carpina subclínica. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v. 18, n. 2, p. 78-73, 1996.

- SILVA, E. R.; SIQUEIRA, A. P.; MARTINS J. C. D.; FERREIRA, W. P. B.; SILVA, N. Identification and in vitro antimicrobial susceptibility of Staphylococcus species isolated from goat mastitis in the Northeast of Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 55, p. 45-49. 2004.
- SILVA, E.R.; ARAÚJO, A.M.; PINHEIRO, R.R.; ALVES, F.S.F. Efeito do estágio de lactação e da ordem de parto sobre o conteúdo celular do leite de cabras mestiças. *Veterinária Notícias*, v.11, n.1, p.81-86, 2005.
- SMITH, K.L.; HOGAN, J.S. Epidemiology of mastitis and physiopatology. In: Congresso panamericano de control de mastitis e calidad de la leche, 1998. México: Memórias: Mérida, 1998.
- STABENFELDT, G.H.; DAVIDSON, A.P. A glândula mamária. In: CUNNINGHAN, J.G. Tratado de fisiologia veterinária, 3ª Ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. P. 417-431.
- TIAN, S. Z.; CHANG, C. J.; CHIANG, C. C., et al. Comparison of morphology, viability and function between blood and milk neutrophils from peak lactating goats. *Can. J. Vet. Res*, v. 69, p. 39-45, 2005.

**4 ARTIGO CIENTÍFICO**

**SUSCEPTIBILIDADE A ANTIMICROBIANOS DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE  
LEITE CAPRINO EM SERGIPE - BRASIL**

**Revista Acta Scientiae Veterinariae**

**Avaliação microbiológica do leite de caprinos criados no Semiárido Sergipano e  
susceptibilidade a agentes antimicrobianos *in vitro***

Antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from goat milk in Sergipe, Brazil

Ramon de Andrade Coelho<sup>1</sup>, Natália Carrillo Gaeta<sup>2</sup>, Caíque Ribeiro Alves da Silva<sup>1</sup>, Taile Katiele Souza de Jesus<sup>1</sup>, Rachel Livingstone Felizola Soares de Andrade<sup>1</sup> & Huber Rizzo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária & <sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Brazil. <sup>2</sup>Laboratório de Zoonoses Bacterianas, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (FMVZ/USP), São Paulo, SP, Brazil.

CORRESPONDENCE: H. Rizzo [hubervet@gmail.com]. Departamento de Medicina Veterinária - UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros s/n. CEP 52171-900 Recife, PE, Brazil.

**ABSTRACT**

**Background:** Bacterial resistance is a fundamental aspect of One Health, which is defined as the inseparable unity of animal, human, and environmental health. Epidemiological surveillance on the spread of bacterial resistance in animals and their derived products is essential given that meat, milk, and dairy products can carry resistant microorganisms that may reach humans through the food chain either by direct consumption or by handling the product. To eliminate the scarcity of information, it is necessary to characterize the epidemiological situation in terms of bacterial resistance in dairy production in northeastern Brazil. Thus, the objective of this study was to determine the frequency and antimicrobial susceptibility profile of bacteria isolated from goat milk samples from some municipalities in the Brazilian state of Sergipe.

**Materials, Methods & Results:** The study included 28 goat farms in four municipalities of the Semiárid region of the State of Sergipe in Northeastern Brazil, namely Canindé de São Francisco (n = 11), Nossa Senhora da Glória (n = 6), Poço Verde (n = 6), and Porto da Folha (n = 5). All lactating does of each herd (n = 263) aged >1 year were, sampled randomly by non-probabilistic convenience sampling. Milk samples were collected from both teats, resulting in 526 samples in total. Bacterial culturing and isolation were performed, followed by

antimicrobial susceptibility profile analysis to the following active principles: amoxicillin with and without clavulanic acid, amikacin, ampicillin with sulbactam, ciprofloxacin, cefalexin, cefalotin, ceftriaxone, chloramphenicol, doxycycline, enrofloxacin, gentamicin, levofloxacin, ofloxacin, penicillin G, and tetracycline. A survey form was used to obtain zootechnical information for each farm. Data are described as absolute and relative frequencies. The significance assessment of the differences between herd characteristics and bacterial isolation was performed using Pearson's chi-squared test. Bacterial isolation occurred in 15.4% (81/526) of the samples from 23.2% (61/263) of the goats. *Escherichia coli* (45,9%), *Staphylococcus caprae* (16,4%) and *Enterococcus faecalis* (11,5%), were the most frequently isolated species. Bacterial isolations were predominant in dairy herds with up to fifty animals, production of twenty to fifty liters/day and in the municipality of Porto da Folha. In terms of antimicrobial susceptibility, most isolates demonstrated resistance to penicillin and amoxicillin (88.5%), followed by ceftriaxone (23%), ofloxacin (23%), tetracycline (23%), doxycycline (19.7%), chloramphenicol (11.5%), levofloxacin (11.5%), ampicillin/sulbactam (8.2%), amikacin (6.6%), cephalothin (4.9%), cephalexin (3.3%) and gentamicin (3.3%). Approximately 20% of the isolates were multidrug resistant, especially *E. coli* (50%) and *S. aureus* (16.7%).

**Discussion:** *E. coli* was the most frequently isolated species from the samples. It is considered an environmental pathogen, and its high frequency in different herds indicates poor milking hygiene. *E. coli* also stood out as the species presenting the most multidrug-resistant (MDR) isolates (50%), with strains resistant to beta-lactams, aminoglycosides, quinolones, tetracycline, and chloramphenicol. Coagulase-negative staphylococci are recognized as a public health problem as they are etiological agents of various diseases and can easily acquire antimicrobial resistance genes. Although it was not the most frequently isolated species, *S. aureus* was the species with the second-highest frequency of MDR strains. The presence of MDR species is relevant and indicates the need for urgent action to reduce the dissemination of antimicrobial

resistance. Relevant steps must be taken jointly by professionals involved in human, animal, and environmental health.

**Keywords:** animal product, antimicrobial resistance, goats, one health, surveillance.

**Descritores:** produto de origem animal, resistência antimicrobiana, caprinos, saúde única, vigilância.

## INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (WHO) define resistência bacteriana como a incapacidade de microrganismos (bactérias, vírus, fungos e parasitas) responderem a medicamentos, havendo a dificuldade ou até impossibilidade de tratamento. Esse problema vem se agravando e gerando altos custos para o sistema de saúde, devido a maior procura por hospitais e uso de antimicrobianos e outras drogas [6]. De acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos da América (EUA), o custo devido a resistência bacteriana, somente no país, chega a US \$1400,00 a mais por paciente [23]. Além do alto custo associado à resistência, o número de óbitos decorrentes é alarmante, com estimativa de cerca de setecentos mil ao ano [10] e, se nenhuma ação for devidamente realizada para frear a disseminação da resistência em escala global, haverá cerca de dez milhões de mortes em 2050 [24].

A resistência bacteriana é parte fundamental da saúde única, termo que define a união indissociável entre as saúdes animal, humana e ambiental. O CDC conceitua saúde única como “uma abordagem colaborativa, multisetorial e transdisciplinar, trabalhando a níveis local, regional, nacional e global, cujo objetivo é alcançar ótimos resultados de saúde, reconhecendo a interconexão entre pessoas, animais, plantas e seu ambiente compartilhado” [16]. Sendo assim, a vigilância epidemiológica quanto a disseminação de resistência bacteriana em animais e seus produtos derivados é fundamental, haja vista que carne, leite e derivados podem carrear



microrganismos resistentes e alcancarem os seres humanos por meio da cadeia de produção de alimentos, seja pelo seu consumo ou manipulação [25].

A produção leiteira caprina brasileira cresceu 16% entre 2006 e 2017 [11], totalizando doze milhões de cabeças [12], concentradas principalmente na região Nordeste, cuja produção, em 2017, foi de 11.437 milhões de litros [11]. A importância econômica desta atividade na região implica na necessidade de constante vigilância epidemiológica quanto aos problemas sanitários das produções, incluindo a resistência bacteriana, visando a saúde única. Embora majoritariamente não tecnificadas e de característica extensiva ou semi-intensiva, a produção leiteira caprina nordestina já apresenta dificuldades no uso de alguns antibióticos, como os beta-lactâmicos. No estado da Paraíba, por exemplo, os isolados obtidos do leite caprino demonstraram-se predominantemente resistentes a penicilina e oxacilina [21].

Em virtude da escassez de informação, faz-se necessária a caracterização da situação epidemiológica envolvendo a resistência bacteriana nas produções nordestinas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a frequência e o perfil de susceptibilidade antimicrobiana de bactérias isoladas de amostras de leite caprino proveniente de municípios do Semiárido Sergipano.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### *Local de estudo e coleta de amostras*

O estudo foi conduzido em 28 criações de caprinos de quatro municípios do Semiárido do Estado de Sergipe (9°30'49" e 11°34'05" latitude e 36° 23'40" e 38°15'00" longitude), região Nordeste do Brasil, sendo eles: Canindé do São Francisco (n = 11), Nossa Senhora da Glória (n = 6), Poço Verde (n = 6) e Porto da Folha (n = 5).

Amostras de leite foram colhidas dos dois tetos de todas as fêmeas em lactação de cada rebanho (n = 263) com idade superior a um ano, com uma amostragem não probabilística por conveniência. A colheita foi realizada com assepsia prévia das mãos do manipulador (água e

sabão) e secas com papel toalha descartáveis, seguida de assepsia dos tetos com hipoclorito de sódio a 1% e subsequente secagem com papel toalha descartável. Foram colhidos, após o descarte do primeiro jato, 10 mL de leite de cada teto em frascos estéreis do tipo Falcon, que foram mantidas resfriadas em caixa térmica com gelo reciclável até a chegada ao laboratório Animal PatLab, em Aracajú, SE, para processamento.

#### *Cultivo bacteriano e teste de susceptibilidade antimicrobiana*

Dez µL de cada amostra foram semeadas em placas contendo ágar sangue de carneiro 5% e incubadas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  em condições de aerobiose. As placas foram analisadas após 24 e 48 horas de incubação e as colônias classificadas de acordo com a morfologia, hemólise e coloração de Gram. A confirmação da espécie bacteriana foi realizada por meio do MALDI-TOF (Matrix Associated Laser Desorption-Ionization - Time of Flight)<sup>1</sup>.

A partir de cultivos puros, cinco colônias foram selecionadas e submetidas ao teste de susceptibilidade antimicrobiana por meio da técnica de disco-difusão de acordo com o Clinical Laboratory Standards Institute guidelines [5] com os seguintes princípios<sup>2</sup> (administrados no tratamento de mastite caprina): amoxicilina com ácido clavulânico (30 µg), amicacina (30 µg), amoxicilina (30 µg), ampicilina com sulbactam (20 µg), ciprofloxacina (5 µg), cefalexina (30 µg), cefalotina (30 µg), ceftriaxona (30 µg), clorafenicol (30 µg), doxiciclina (30 µg), enrofloxacina (5 µg), gentamicina (10 µg), levofloxacina (5 µg), ofloxacina (5 µg), penicilina G (10 µg) e tetraciclina (30 µg). As colônias foram classificadas como sensível, resistentes ou intermediária contra os princípios testados, sendo os resultados avaliados pelo diâmetro do halo de inibição ao redor dos discos [5].

#### *Caracterização da produção*

Um formulário foi aplicado em cada propriedade para obter informações quanto a finalidade da produção, tamanho da propriedade e do rebanho, sistema de criação, instalações, manejo sanitário e produção leiteira diária.

### *Análise estatística*

Os dados foram descritos como frequências absolutas e relativas. A avaliação de significância das comparações entre as características dos rebanhos e o isolamento bacteriano foi realizada por meio do teste de Qui-quadrado de Pearson utilizando o “software” SPSS 28.0.1.0<sup>3</sup>. As variáveis independentes ou explanatórias significantes foram aquelas que apresentaram  $P < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

### *Crescimento bacteriano*

Foram testadas 526 amostras de leite provenientes de ambos os tetos de 263 cabras, sendo que o crescimento bacteriano foi observado em 15,4% (81/526) das amostras, oriundas de 23,2% (61/263) dos animais. A infecção bacteriana bilateral ocorreu em vinte cabras ( $n = 40$  amostras), enquanto o isolamento unilateral ocorreu em 41 (teto direito = 24 e teto esquerdo = 17). Como não ocorreu crescimento de bactérias diferentes nas infecções bilaterais, foram considerados 61 isolados quanto avaliada a ocorrência das bactérias e o antibiograma.

O crescimento bacteriano no leite foi observado em 57,1% (16/28) dos rebanhos, principalmente nos animais do município de Porto da Folha (48,3%; 28/58), seguido por Nossa Senhora da Glória (20,3%, 13/64), Canindé de São Francisco (20%; 15/75) e Poço Verde (7,6%; 5/66), representando respectivamente 10,6%, 4,9%, 5,7% e 1,9% das cabras ( $n = 263$ ).

Quanto as variáveis zootécnicas avaliadas, observou-se significância para município ( $P < 0,001$ ), finalidade de criação ( $P < 0,001$ ), produção de leite ao dia ( $P < 0,001$ ), e realização de quarentena ( $P < 0,004$ ) [Tabela 1]. Assim, os dados indicam que o isolamento bacteriano foi predominante em rebanhos leiteiros com até cinquenta animais, produção de vinte até cinquenta litros ao dia e do município de Porto da Folha.

**Tabela 1.** Variáveis zootécnicas e associação com o isolamento bacteriano em cabras leiteiras.

Variáveis significantes estão marcadas com um asterisco (\*)

Variável	Isolamento bacteriano nas cabras		P - valor
	% Não (N/T)	% Sim (N/T)	
<b>Município</b>			
Canindé de São Francisco	29,7 (60/75)	24,6 (15/75)	< 0,001*
Nossa Senhora da Glória	25,2 (51/64)	21,3 (13/64)	
Poço Verde	30,2 (61/66)	8,2 (5/66)	
Porto da Folha	14,9 (30/58)	45,9 (28/58)	
<b>Tamanho da Propriedade (he)</b>			
Até 30	86,6 (175/225)	82,0 (50/225)	0,295
De 30 a 100	06,4 (13/16)	04,9 (3/16)	
Maior de 100	06,9 (14/22)	13,1 (8/22)	
<b>Tamanho de rebanho (caprinos)</b>			
Até 50	92,6 (187/241)	88,5 (54/241)	0,302
De 50 a 100	07,4 (15/22)	11,5 (7/22)	
<b>Finalidade da criação</b>			
Leite	64,9 (131/186)	90,2 (55/186)	< 0,001*
Carne	35,1 (71/77)	09,8 (6/77)	
<b>Produção (litros/dia)</b>			
Até 20	75,2 (152/178)	42,6 (26/178)	< 0,001*
De 20 a 50	24,8 (50/85)	57,4 (35/85)	
<b>Local de ordenha</b>			
Aprisco	43,1 (87/121)	55,7 (34/121)	0,082
Centro de manejo	56,9 (115/142)	44,3 (27/142)	
<b>Tipo de piso</b>			
Alvenaria	9,9 (20/23)	4,9 (3/23)	0,185
Batido	51,5 (104/143)	63,9 (39/143)	
Ripado	38,6 (78/97)	31,1 (19/97)	
<b>Quarentena</b>			
Realiza	81,7 (165/204)	63,9 (39/204)	0,004*
Não realiza	18,3 (37/59)	36,1 (22/59)	

*Bactérias isoladas*

Dentre os 61 isolados bacterianos, a *Escherichia coli* (28/45,9%) foi a espécie mais presente, seguida por *Staphylococcus caprae* (10/16,4%), *Enterococcus faecalis* (7/11,5%), *S. aureus*, *Klebsiella pneumoniae* (3/4,9%), *S. schleiferi* (2/3,3%), *S. xylosus*, *S. simulans*, *S. lugdunensis*, *S. haemoliticus*, *S. epidermidis* e *S. sciuri* (1/1,6%). O município de Porto da Folha apresentou a maior variedade (nove espécies) e quantidade (28 isolados) de bactérias, seguido por Nossa Senhora da Glória (cinco espécies e catorze isolados), Canindé de São

Francisco (três espécies e catorze isolados) e Poço Verde (três espécies e cinco isolados) [Figura 1].

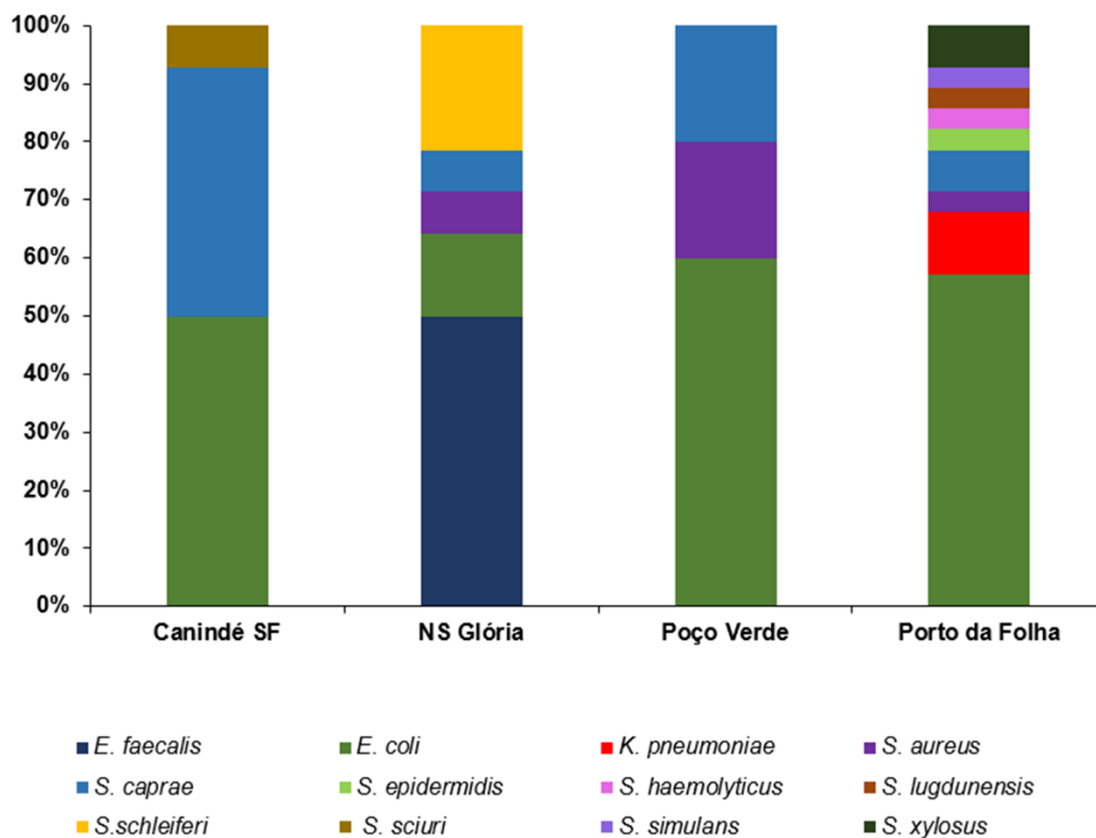


Figura 1. Frequência e distribuição bacteriana nos municípios de Canindé de São Francisco, Nossa Senhora da Glória, Poço Verde e Porto da Folha, localizados no Semiárido do Estado de Sergipe, Brasil.

Quanto às variáveis zootécnicas estudadas, observou-se um padrão diferente em relação às duas espécies mais identificadas. *E. coli* foi mais isolada em amostras de propriedades com cinquenta a cem animais, de sistema semi-intensivo, com aprisco de chão batido ou alvenaria e cuja ordenha é realizada no centro de manejo ( $P < 0.05$ ), enquanto o *S. caprae*, isolado principalmente de propriedades de trinta hectares, com produção leiteira de até vinte litros por dia, cuja ordenha é realizada no aprisco ripado ( $P < 0.05$ ) [Figura 2 e Tabela 1].

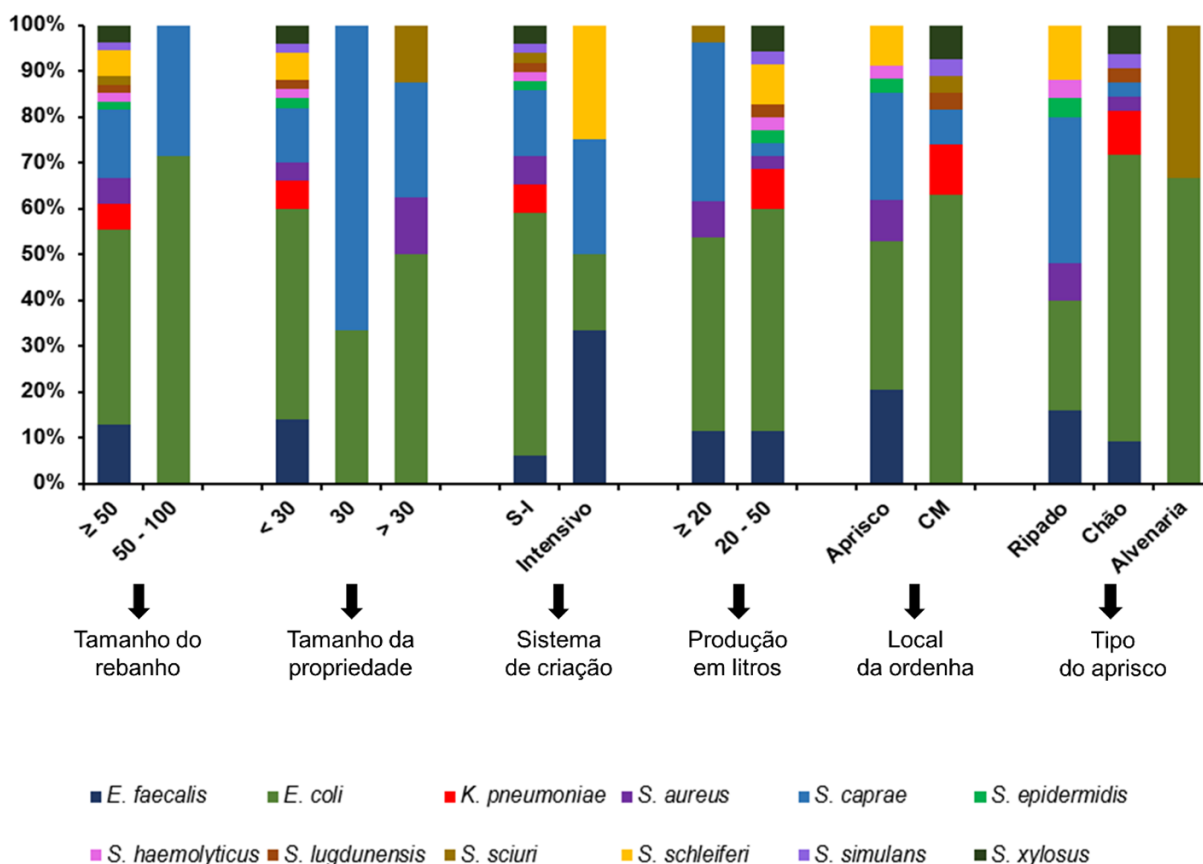


Figura 2. Frequência e distribuição bacteriana em relação às variáveis zootécnicas: tamanho de rebanho, tamanho de propriedade, sistema de criação, produção de leite (litros/dia), local de ordenha e tipo de aprisco de 28 criatórios caprinos do Semiárido de Sergipe, Brasil.

### *Susceptibilidade antimicrobiana*

A maioria dos isolados obtidos das 61 cabras apresentaram resistência à penicilina e amoxicilina observado em 88,5% (54) deles, seguidos por ceftriaxone, ofloxacina e tetraciclina em 23% (14 cada), doxiciclina em 19,7% (12), cloranfenicol, levofloxacina em 11,5% (7 cada), ampicilina/sulbactam em 8,2% (5), amicacina em 6,6% (4), cefalotina em 4,9% (3) e cefalexina e gentamicina ambos em 3,3% (2 cada). Todos os isolados foram sensíveis a amoxicilina com ácido clavulânico, ciprofloxacina e enrofloxacina (Figura 3).

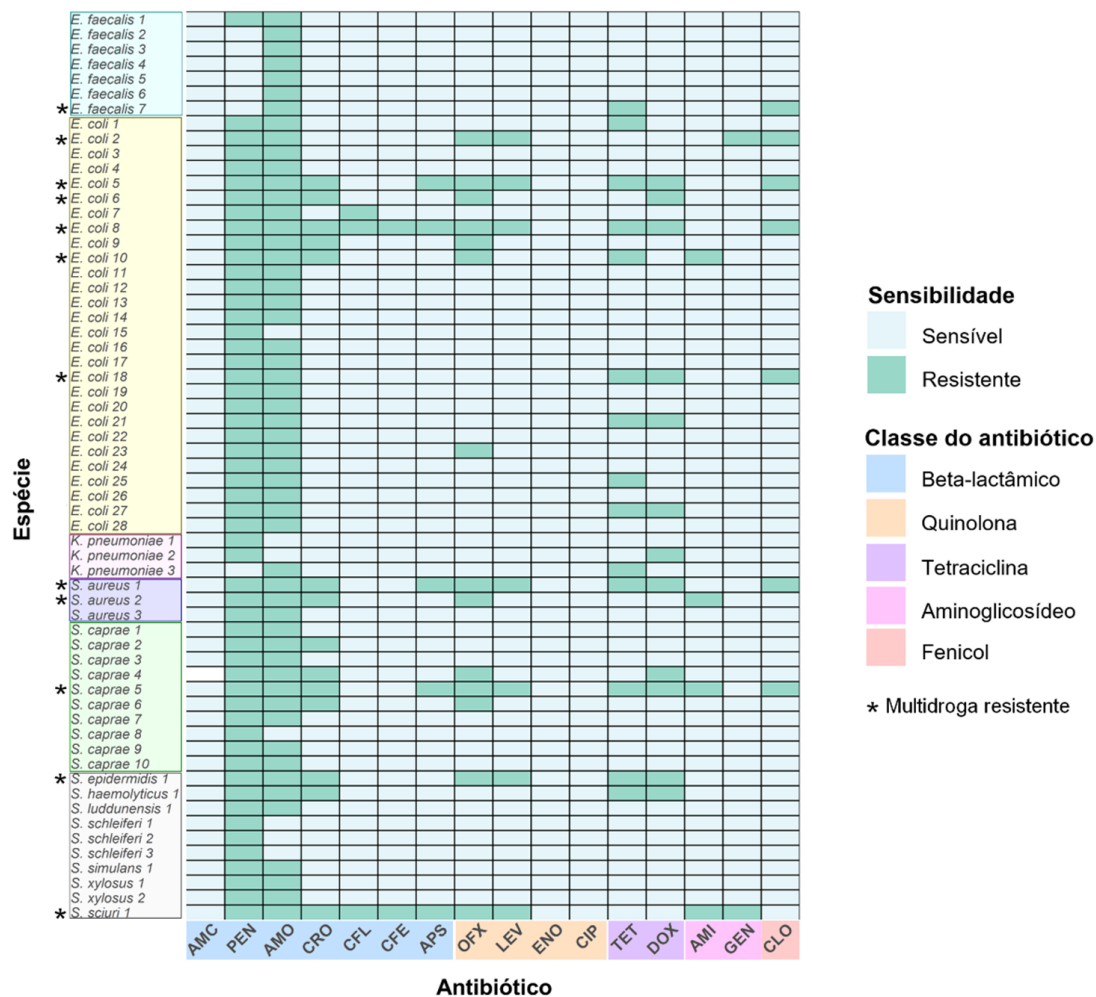


Figura 3. Perfil de resistência bacteriana a antimicrobianos e presença de bactérias multidroga resistente (MDR) em 28 isolados pertencentes a 6 espécies bacterianas obtidas de amostras de leite caprino de 4 municípios do Semiárido Sergipano, Brasil (agentes beta-lactâmicos com maior e aminoglicosídeos com menor frequência de resistência bacteriana).

Doze isolados (19,7%) apresentaram resistência a pelo menos um princípio de ao menos três classes de diferentes antimicrobianos, sendo caracterizados, portanto, como multidrogas resistentes (MDR) [17] (Figura 3). *E. coli* (6/50%) foi a espécie que apresentou mais isolados MDR, seguido por *S. aureus* (2/16,7%), *E. faecalis*, *S. caprae*, *S. epidermidis* e *S. sciuri* (1/8,4%) (Figura 3). A maioria dos isolados pertencem a propriedades leiteiras de sistema de

criação do tipo semi-intensivo, que não realizam quarentena. Ainda, apresentam piso de chão batido, menos de cinquenta animais, produção de até vinte litros de leite ao dia e cuja ordenha ocorre no aprisco (Tabela 2). Por fim, esses isolados estão distribuídos nos quatro municípios estudados, principalmente em Canindé de São Francisco (7/58,3%), seguido por Poço Verde (3/25%), Porto da Folha e Nossa Senhora da Glória (1/8,4%).

**Tabela 2.** Distribuição dos isolados multidrogas resistentes em relação às variáveis zootécnicas avaliadas em cada propriedade.

Variáveis	<i>E. faecalis</i> % (N/T)	<i>E. coli</i> % (N/T)	<i>S. aureus</i> % (N/T)	<i>S. caprae</i> % (N/T)	<i>S. epidermidis</i> % (N/T)	<i>S. sciuri</i> % (N/T)	Total % (N/T)
<b>Finalidade da criação</b>							
Leite	100 (1/1)	100 (6/6)	50 (1/2)	100 (1/1)	100 (1/1)	-	83,4 (10/12)
Corte	-	-	50 (1/2)	-	-	100 (1/1)	16,6 (2/12)
<b>Total do rebanho</b>							
< 50	100 (1/1)	50 (3/6)	100 (2/2)	100 (1/1)	100 (1/1)	100 (1/1)	75,0 (9/12)
50-100	-	50 (3/6)	-	-	-	-	25,0 (3/12)
<b>Tamanho da propriedade (he)</b>							
<30	100 (1/1)	50 (3/6)	50 (1/2)	-	100 (1/1)	-	50 (6/12)
30-100	-	50 (3/6)	50 (1/2)	-	-	100 (1/1)	41,7 (5/12)
>100	-	-	-	100 (1/1)	-	-	08,3 (1/12)
<b>Sistema de criação</b>							
Semi intensivo	100 (1/1)	100 (6/6)	100 (2/2)	-	100 (1/1)	100 (1/1)	91,7 (11/12)
Intensivo	-	-	-	100 (1/1)	-	-	08,3 (1/12)
<b>Produção de leite (litros)</b>							
Até 20	100 (1/1)	66,7 (4/6)	100 (2/2)	100 (1/1)	-	100 (1/1)	75,0 (9/12)
20-50	-	33,3 (2/6)	-	-	100 (1/1)	-	25,0 (3/12)
<b>Tipo de aprisco</b>							
Alvenaria	-	16,6 (1/6)	-	-	-	100 (1/1)	16,6 (2/12)
Chão batido	100 (1/1)	66,7 (4/6)	50 (1/2)	100 (1/1)	-	-	54,4 (7/12)
Piso ripado	-	16,6 (1/6)	50 (1/2)	-	100 (1/1)	-	25,0 (3/12)
<b>Local da ordenha</b>							
Aprisco	100 (1/1)	66,7 (4/6)	100 (2/2)	100 (1/1)	100 (1/1)	-	75,0 (9/12)
Centro de manejo	-	33,3 (2/6)	-	-	-	100 (1/1)	25,0 (3/12)
<b>Realiza quarentena</b>							
Sim	-	33,3 (2/6)	50 (1/2)	-	-	-	25 (3/12)
Não	100 (1/1)	66,7 (4/6)	50 (1/2)	100 (1/1)	100 (1/1)	100 (1/1)	75 (9/12)
<b>Total de isolados</b>	08,3 (1/12)	50 (6/12)	16,6 (2/12)	08,3 (1/12)	08,3 (1/12)	08,3 (1/12)	100 (12/12)

## DISCUSSÃO

A resistência bacteriana a antimicrobianos é uma questão de extrema importância para a saúde única. Dezenas de espécies criticamente importantes circulam entre os humanos, animais



e ambiente [16], sendo agentes etiológicos de enfermidades de difícil ou impossível tratamento. Uma vez presentes nos animais, essas bactérias podem chegar aos humanos por meio de produtos de origem animal como carne, leite e derivados, os quais devem ser constantemente monitorados. Diante da necessidade de monitoramento, 61 cepas bacterianas isoladas de 81 amostras de leite caprino do estado de Sergipe foram analisadas quanto à susceptibilidade antimicrobiana.

A *E. coli*, espécie mais frequente nas amostras, é considerada um patógeno ambiental, e sua alta frequência nos diferentes rebanhos indica precária higiene de ordenha [9]. Comum nas fezes dos mamíferos, esta espécie bacteriana pode chegar até a glândula mamária, já que os animais frequentemente se deitam sobre as fezes e os tetos se contaminam. A pouca ou ausência de higiene dos tetos antes da ordenha favorece a transferência de espécies como *E. coli* para o leite. Notou-se que a presença da bactéria foi significativa em produções com aprisco de chão batido ou alvenaria, que favorecem o acúmulo de dejetos, e aumentam o risco de contaminação da glândula. Na Nigéria [7] e no Paquistão [13], a *E. coli* foi o segundo patógeno mais isolado em leite caprino, demonstrando sua alta frequência nos rebanhos, assim como já relatado no Sudeste do Brasil, onde se destaca como uma das três espécies mais prevalentes [14,15]. Entretanto, o alto índice de isolamento de *E. coli* no leite caprino não foi observado em outros estudos com a mesma espécie animal, como na Malásia [3], na qual foi a espécie menos isolada dentre as estudadas, e em alguns estados do Nordeste brasileiro, como Pernambuco [2] e Paraíba [21].

A *E. coli* também se destacou como a espécie que mais apresentou isolados multidroga resistentes (50%), com cepas resistentes a beta-lactâmicos, aminoglicosídeos, quinolonas, tetraciclina e cloranfenicol. A identificação de *E. coli* MDR tem sido comumente relatada em leite cru no Brasil, como na região Sul [18,19]. *E. coli* MDR foi a espécie que também

apresentou maior prevalência entre aquelas isoladas de leite caprino em Minas Gerais [14], demonstrando sua distribuição em mais de uma região brasileira.

*Staphylococcus* coagulase negativos (SCN) são reconhecidos como um problema de saúde pública, já que são agentes etiológicos de várias enfermidades e têm facilidade de adquirirem genes de resistência a antimicrobianos [4,20]. Os estafilococos são classificados como patógenos contagiosos, sendo transmitidas de animal para animal por contato direto. *S. caprae* foi a segunda espécie mais isolada nesse estudo, sendo que este SCN foi isolado pela primeira vez do leite caprino, mas hoje é reconhecido como uma bactéria comensal da pele humana e que é potencialmente patogênica para esta espécie [8]. Embora não tenha sido a espécie mais isolada, *S. aureus* foi a segunda espécie com maior frequência de cepas MDR (16,7%). *S. aureus* MDR, particularmente resistentes a antibióticos de uso humano, tem sido isolado de leite bovino [22] e caprino [14,2] no Brasil.

A presença de espécies MDR é relevante e acendem um alerta para a comunidade veterinária. De maneira geral, são agentes de infecções que transitam entre humanos e animais, e têm o tratamento dificultado. Além disso, a presença de múltiplos genes de resistência em um isolado contribui para o aumento da disseminação intra e entre espécies, inclusive aquelas ambientais, que podem servir como “reservatórios” de genes de resistência para agentes reconhecidamente patogênicos. Sendo assim, ações para a diminuição da disseminação a resistência a antimicrobianos deve ser amplamente realizada, de maneira conjunta, por profissionais envolvidos na saúde humana, animal e ambiental.

## CONCLUSÃO

Foram detectados microrganismos multidroga resistentes em rebanhos caprinos do Estado de Sergipe, Brasil. Além disso, a maioria dos isolados apresentaram resistência a princípios como penicilina e amoxicilina, frequentemente administrados em casos de mastite e

de algumas enfermidades humanas. A alta frequência de *E. coli* indica a baixa prática de higiene de ordenha, o que favorece o aparecimento de enfermidades no rebanho e eleva o uso de antimicrobianos. Os dados indicam redução das alternativas terapêuticas em casos de infecção e alertam para a possibilidade de trânsito de espécies resistentes entre humanos e animais, com consequente dificuldade ou impossibilidade de tratamento. Assim, faz-se necessária conscientização dos profissionais do campo sobre a importância do correto manejo de ordenha e da necessidade do correto uso de antimicrobianos.

## MANUFACTURERS

<sup>1</sup>Bruker Daltonics, Inc. Billerica, MA, United States of America.

<sup>2</sup>Diagnóstico Microbiológico Especializado. Araçatuba, SP, Brazil.

<sup>3</sup>IBM - International Business Machines Corporation. Armonk, NY, United States of America.

***Ethical approval.*** This research was approved by the Animal Étnicas Committee of the Faculdade Pio Décimo - Aracaju/SE, sob o protocolo de número 02/2019.

***Declaration of interest.*** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of paper.

## REFERENCES

**1 Aarestrup F.M., Wegener H.C. & Collignon P. 2008.** Resistance in bacteria of the food chain: epidemiology and control strategies. *Expert Review of Anti-infective Therapy*. 6(5): 733-750. DOI: 10.1586/14787210.6.5.733.

**2 Aragão B.B., Trajano S.C., Oliveira R.P., Silva D.M.S., Carvalho R.CG., Juliano M.A., Pinheiro Júnior J.W. & Mota R.A. 2021.** Multiresistant zoonotic pathogens isolated from goat milk in Northeastern Brazil. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*. 79: 101701. DOI: 10.1016/j.cimid.2021.101701.

- 3 Ariffin S.M., Hasmadi N., Syawari M., Sukiman M.Z., Ariffin M.F.T., Hian C.M. & Ghazali M.F. 2019.** Prevalence and antibiotic susceptibility pattern of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli* in dairy goats with clinical and subclinical mastitis. *Journal of Animal Health and Production*. 7(1): 32-37. DOI: 10.17582/journal.jahp/2019/7.1.32.37.
- 4 Botrel M.A., Haenni M., Morignat E., Sulpice P., Madec J.Y. & Calavas D. 2010.** Distribution and antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhone-Alpes, France. *Foodborne Pathogens and Disease*. 7(5): 479-487. DOI: 10.1089/fpd.2009.0425.
- 5 CLSI. 2021.** Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 31<sup>th</sup> ed. CLSI guideline M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute. Disponível em: <  
<http://em100.edaptivedocs.net/GetDoc.aspx?doc=CLSI%20M100%20ED31:2021&xormat=S>  
[PDF&src=BB](#)>
- 6 Dadgostar P. 2019.** Antimicrobial resistance: implications and costs. *Infection and Drug Resistance*. 12: 3903-3910. DOI: 10.2147/IDR.S234610.
- 7 Danmallam F.A. & Pimenov N.V. 2019.** Study on prevalence, clinical presentation, and associated bacterial pathogens of goat mastitis in Bauchi, Plateau, and Edo states, Nigeria. *Veterinary World*. 12(5): 638-645. DOI: 10.14202/vetworld.2019.638-645.
- 8 Gowda A., Pensiero A.L. & Packer C.D. 2018.** *Staphylococcus caprae*: a skin commensal with pathogenic potential. *Cureus*. 10(10): e3485. DOI: 10.7759/cureus.3485.
- 9 Hogan J. & Smith K.L. 2012.** Managing environmental mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 28(2): 217-224. DOI: 10.1016/j.cvfa.2012.03.009.
- 10 IACG. 2019.** *No time to wait: securing the future from drug-resistant infections*. Disponível em: <  
[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2020\\_v48\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf)>

- 11 IBGE. 2017. Censo Agropecuário IBGE 2017.** Disponível em: <  
<https://www.who.int/docs/default-source/documents/no-time-to-wait-securing-the-future-from-drug-resistant-infections-en.pdf>>
- 12 IBGE. 2020. Produção da Pecuária Municipal 2020.** Disponível em: <  
<https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/padrao-racial-de-ovinos-raca-lacaune/censo-agropecuario-ibge-2017>>
- 13 Jabbar A., Saleem M.H., Igbal M.Z., Qasim M., Ashraf M., Tolba M.M., Nasser H.A., Sajjad H., Hassan A., Imran M., Imran M. & Ahmad I. 2020.** Epidemiology and antibiogram of common mastitis-causing bacteria in Beetal goats. *Veterinary World*. 13(12): 2596-2607. DOI: 10.14202/vetworld.2020.2596-2607.
- 14 Lima M.C., Souza M.C.C., Espescht I.F., Maciel P.A.C.C., Sousa J.E., Moraes G.F., Ribeiro Filho J.D. & Moreira M.A.S. 2018.** Mastitis in dairy goats from the state of Minas Gerais, Brazil: profiles of farms, risk factors and characterization of bacteria. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 38(9): 1742-1751. DOI: 10.1590/1678-5150-PVB-5698.
- 15 Machado G.P., Silva R.C., Guimarães F.F., Salina A. & Langoni H. 2018.** Detection of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli* in Brazilian mastitic milk goats by multiplex-PCR. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 38(7): 1358-1364. DOI: 10.1590/1678-5150-PVB-55141.
- 16 Mackenzie J.S. & Jeggo M. 2019.** The One Health approach – Why is it so important? *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 4(2): 88. DOI: 10.3390/tropicalmed4020088.
- 17 Magiorakos A.P., Srinivasan A., Carey R.B., Carmeli Y., Falagas M.E., Giske C.G., Harbarth S., Hindler J.F., Kahlmeter G., Olsson-liljequist B., Paterson D.L., Rice L.B., Stelling J., Struelens M.J., Vatopoulos A., Weber J.T. & Monnet D.L. 2012.** Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert

proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*. 18(3): 268-281. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x.

**18 Parussolo L., Sfaciotte R.A.P., Dalmina K.A., Melo F.D., Costa U.M. & Ferraz S.M. 2019.** Detection of virulence genes and antimicrobial resistance profiles of *Escherichia coli* isolates from raw milk and artisanal cheese in Southern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias* 40(1): 163-178. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n1p163.

**19 Ribeiro Júnior J.C., Silva F.F., Lima J.B.A., Ossugui E.H., Teider Júnior P.I., Campos A.C.L.P., Navarro A., Tamanini R., Ribeiro J., Alfieri A.A. & Beloti V. 2019.** Molecular characterization and antimicrobial resistance of pathogenic *Escherichia coli* isolated from raw milk and Minas. *Journal of Dairy Science*. 102(12): 10850-10854. DOI: 10.3168/jds.2019-16732.

**20 Santos F.F., Mendonça L.C., Reis D.R.L., Guimarães A.S., Lange C.C., Ribeiro J.B., Machado M.A. & Brito M.A.V.P. 2016.** Presence of *mecA*-positive multidrug-resistant *Staphylococcus epidermidis* in bovine milk samples in Brazil. *Journal of Dairy Science*. 99(2): 1374-1382. DOI: 10.3168/jds.2015-9931.

**21 Santos Júnior D.A., Matos R.A.T., Melo D.B., Garino Júnior F., Simões S.V.D. & Miranda Neto E.G. 2019.** Etiology and *in vitro* antimicrobial sensitivity of isolated bacteria from goats with mastitis in the Sertão and Cariri of Paraíba. *Ciência Animal Brasileira*. 20(3): 1-11. DOI: 10.1590/1089-6891v20e-44848.

**22 Santos R.P., Souza F.N., Oliveira A.C.D., de Souza Filho A.F., Aizawa J., Moreno L.Z., da Cunha A.F., Cortez A., Della Libera A.M.M.P., Heinemann, M.B. & Cerqueira, M.M.O.P. 2020.** Molecular typing and antimicrobial susceptibility profile of *Staphylococcus aureus* isolates recovered from bovine mastitis and nasal samples. *Animals*. 10(11): 2143. DOI: 10.3390/ani10112143.

**23 Thorpe K.E., Joski P. & Johnston K.J. 2018.** Antibiotic-resistant infection treatment costs have doubled since 2002, now exceeding \$2 billion annually. *Health Affairs*. 37(4): 662-669. DOI: 10.1377/hlthaff.2017.1153.

**24 World Bank. 2017.** *Drug-resistant infections: A threat to our economic future*. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/topic/health/publication/drug-resistant-infections-a-threat-to-our-economic-future>.

**25 Verraes C., Van Boxtael S., Van Meervenne E., Van Coillie E., Butaye P., Catry B., De Schaetzen M-A. Van Huffel X., Imberechts H., Dierick K., Daube G., Saegerman C., De Block J., Dewulf J. & Herman L. 2013.** Antimicrobial resistance in chain food: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 10(7): 2643-2669. DOI: 10.3390/ijerph10072643.