

## Susceptibilidade a antimicrobianos de bactérias isoladas de leite caprino em Sergipe - Brasil

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

Huber Rizzo<sup>1</sup>, Natália Carrillo Gaeta<sup>2</sup>, Ramon de Andrade Coelho<sup>3</sup>,  
Caíque Ribeiro Alves da Silva<sup>3</sup>, Taile Katiele Souza de Jesus<sup>4</sup> & Rachel Livingstone Felizola Soares de Andrade<sup>3</sup>

### 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 4 municipalities of the Semi-arid 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% = 28/61), *Staphylococcus caprae* (16.4% = 10/61) and *Enterococcus faecalis* (11.5% = 7/61), were the most frequently isolated species. Bacterial isolations were predominant in dairy herds with up to 50 animals, production of 20 to 50 L/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.

DOI: 10.22456/1679-9216.123273

Received: 30 January 2022

Accepted: 20 March 2022

Published: 18 April 2022

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária & <sup>4</sup>Programa de Residência em Área Profissional da Saúde, 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. <sup>3</sup>Laboratório Animal PatLab, Aracaju, SE, 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.

## 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 700 mil ao ano [10] e, se nenhuma ação for devidamente realizada para frear a disseminação da resistência em escala global, haverá cerca de 10 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, multissetorial 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 alcançarem 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 12 milhões de cabeças [12], concentradas principalmente na região Nordeste, cuja produção, em 2017, foi de 11.437 milhões de L [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 4 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 2 tetos de todas as fêmeas em lactação de cada rebanho (n = 263) com idade superior a 1 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°C ± 2°C em condições de aerobiose. As placas foram analisadas após 24 e 48 h 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, 5 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), ampicilina (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), enrofloxacin (5 µg), gentamicina (10 µg), levofloxacin (5 µg), ofloxacin (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 28.0.1.03. 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 quando 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 50 animais, produção de 20 até 50 L ao dia e do município de Porto da Folha.

#### 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. xylosum*, *S. simulans*, *S. lugdunensis*, *S. haemolyticus*, *S. epidermidis* e *S. sciuri* (1 = 1,6% cada). O município de Porto da Folha apresentou a maior variedade (9 espécies) e quantidade (28 isolados) de bactérias, seguido por Nossa Senhora da Glória (5 espécies e 14 isolados), Canindé de São Francisco (3 espécies e 14 isolados) e Poço Verde (3 espécies e 5 isolados) [Figura 1].

Quanto às variáveis zootécnicas estudadas, observou-se um padrão diferente em relação às 2 espécies mais identificadas. *E. coli* foi mais isolada em amostras de propriedades com 50 a 100 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 30 ha, com produção leiteira de até 20 L por dia, cuja ordenha é realizada no aprisco ripado ( $P < 0,05$ ) [Figura 2 e Tabela 1].

#### 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, ofloxacin e tetraciclina em 23% (14 cada), doxiciclina em 19,7% (12), cloranfenicol, levofloxacin em 11,5% (7 cada), ampicilina/sulbactam em 8,2% (5), ampicilina 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 enrofloxacin (Figura 3).

Doze isolados (19,7%) apresentaram resistência a pelo menos 1 princípio de ao menos 3 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 50 animais, produção de até 20 L de leite ao dia e cuja ordenha ocorre no aprisco (Tabela 2). Por fim, esses isolados estão distribuídos nos 4 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%).

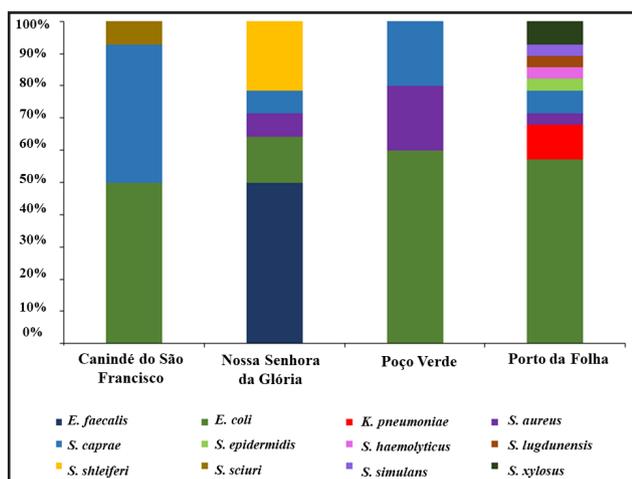
**Tabela 1.** Variáveis zootécnicas e associação com o isolamento bacteriano no leite de 263 cabras criadas em 4 municípios do Semiárido Sergipano, Brasil.

Variável	% de isolamentos bacterianos (positivas/total)	P - valor
<b>Município</b>		
Canindé de São Francisco	20 (15/75)	< 0,001*
Nossa Senhora da Glória	20,3 (13/64)	
Poço Verde	7,6 (5/66)	
Porto da Folha	48,3 (28/58)	
<b>Tamanho da Propriedade</b>		
Até 30 ha	22,2 (50/225)	0,295
De 30 a 100 ha	18,7 (3/16)	
Maior de 100 ha	36,4 (8/22)	
<b>Total de caprinos no rebanho</b>		
Até 50	22,4 (54/241)	0,302
De 50 a 100	31,8 (7/22)	
<b>Finalidade da criação</b>		
Leite	29,6 (55/186)	< 0,001*
Carne	7,8 (6/77)	
<b>Produção (litros/dia)</b>		
Até 20	14,6 (26/178)	< 0,001*
De 20 a 50	41,2 (35/85)	
<b>Local de ordenha</b>		
Aprisco	28,1 (34/121)	0,082
Centro de manejo	19 (27/142)	
<b>Tipo de aprisco</b>		
Alvenaria	13 (3/23)	0,185
Terra batida	27,3 (39/143)	
Ripado de madeira	19,6 (19/97)	
<b>Quarentena</b>		
Realiza	15,7 (32/204)	0,004*
Não realiza	37,3 (22/59)	
Total	23,2 (61/263)	

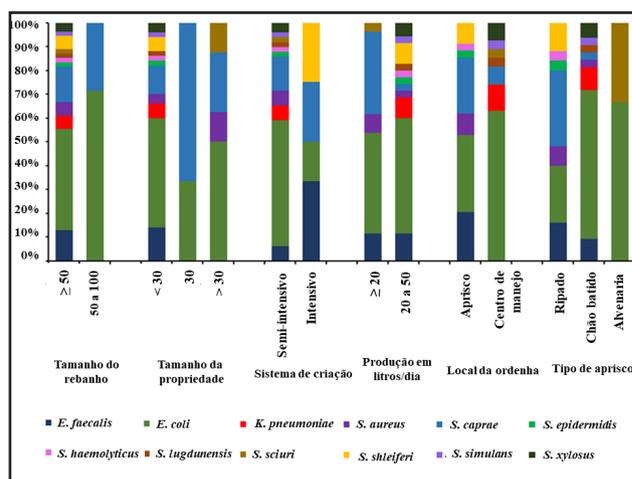
\*Variáveis significantes.

**Tabela 2.** Distribuição dos 12 isolados multidrogas resistentes (MDR) em leite caprino em relação às variáveis zootécnicas dos criatórios localizados em 4 municípios do Semiárido Sergipano, Brasil.

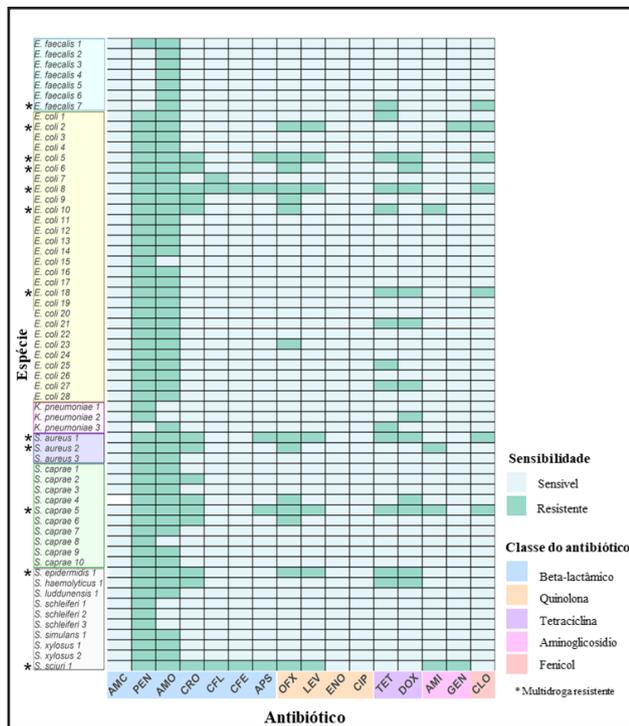
Variáveis	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. caprae</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>S. sciuri</i>	Total
	% (número de amostras relacionadas a variável/total de amostras)						
<b>Finalidade da criação</b>							
Leite	100 (1/1)	100 (6/6)	50 (1/2)	100 (1/1)	100 (1/1)	-	83,4 (10/12)
Corte	-	-	50 (1/2)	-	-	100 (1/1)	16,6 (2/12)
<b>Total do rebanho</b>							
Até 50 caprinos	100 (1/1)	50 (3/6)	100 (2/2)	100 (1/1)	100 (1/1)	100 (1/1)	75 (9/12)
De 50 a 100 caprinos	-	50 (3/6)	-	-	-	-	25 (3/12)
<b>Tamanho da propriedade</b>							
Até 30 ha	100 (1/1)	50 (3/6)	50 (1/2)	-	100 (1/1)	-	50 (6/12)
De 30 a 100 ha	-	50 (3/6)	50 (1/2)	-	-	100 (1/1)	41,7 (5/12)
Maior de 100 ha	-	-	-	100 (1/1)	-	-	8,3 (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)	-	-	8,3 (1/12)
<b>Produção diária de leite</b>							
Até 20 L	100 (1/1)	66,7 (4/6)	100 (2/2)	100 (1/1)	-	100 (1/1)	75 (9/12)
De 20 a 50 L	-	33,3 (2/6)	-	-	100 (1/1)	-	25 (3/12)
<b>Tipo de aprisco</b>							
Alvenaria	-	16,6 (1/6)	-	-	-	100 (1/1)	16,6 (2/12)
Terra batida	100 (1/1)	66,7 (4/6)	50 (1/2)	100 (1/1)	-	-	54,4 (7/12)
Ripado de madeira	-	16,6 (1/6)	50 (1/2)	-	100 (1/1)	-	25 (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 (9/12)
Centro de manejo	-	33,3 (2/6)	-	-	-	100 (1/1)	25 (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)
Total de isolados	8,3 (1/12)	50 (6/12)	16,6 (2/12)	8,3 (1/12)	8,3 (1/12)	8,3 (1/12)	100 (12/12)



**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.



**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.



**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).

## 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 bactérias isoladas de 81 amostras de leite caprino do estado de Sergipe foram analisadas quanto à susceptibilidade antimicrobiana.

*Escherichia 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, contaminando os tetos. 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 3 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 bactéria menos isolada dentre as estudadas, e em alguns estados do Nordeste brasileiro, como Pernambuco [2] e Paraíba [21].

*E. coli* também se destacou como a 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 transmitidos de animal para animal por contato direto. *Staphylococcus 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, sendo potencialmente patogênica. Embora não tenha sido a espécie mais isolada, *S. aureus* foi a segunda com maior frequência de cepas MDR (16,7%). *S. aureus* MDR, particularmente resistentes a antimicrobianos de uso humano, tem sido isolado de leite bovino [22] e caprino [2,14] 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 devem ser amplamente realizada, de maneira conjunta, por profissionais envolvidos na saúde humana, animal e ambiental.

### CONCLUSÃO

Foram detectados microrganismos MDR 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 *Escherichia 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 da redução no manejo de ordenha e da necessidade do correto uso de antimicrobianos.

### MANUFACTURERS

<sup>1</sup>Bruker Daltonics Inc. Billerica, MA, USA.

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

<sup>3</sup>IBM - International Business Machines Corporation. Armonk, NY, USA.

**Ethical approval.** This research was approved by the Animal Ethics Committee of the Faculdade Pio Décimo - Aracaju, SE, Brazil, under protocol n°. 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. 31th edn. CLSI guideline M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute. Disponível em: < <http://em100.edaptivedocs.net/GetDoc.aspx?doc=CLSI%20M100%20ED31:2021&xormat=SPDF&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., Espeschit 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., 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. Disponível em: <<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 Schaezen 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.