



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

JULLY LUCAS BEZERRA DOS SANTOS

**DIVERSIDADE E RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE BACTÉRIAS ÁCIDO
LÁTICAS DE LEITE CAPRINO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

AREIA

2026

JULLY LUCAS BEZERRA DOS SANTOS

**DIVERSIDADE E RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE BACTÉRIAS ÁCIDO
LÁTICAS DE LEITE CAPRINO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Medicina Veterinária pela Universidade
Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr Celso Jose Bruno de
Oliveira

Coorientadora: Ma. Laiorayne Araújo de
Lima

AREIA

2026

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237d Santos, Jully Lucas Bezerra dos.

Diversidade e resistência antimicrobiana de
bactérias ácido lácticas de leite caprino no Semiárido
Paraibano / Jully Lucas Bezerra dos Santos. -
Areia:UFPB/CCA, 2026.

34 f. : il.

Orientação: Celso José Bruno de Oliveira.

Coorientação: Laiorayne Araújo de Lima.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Medicina veterinária. 2. MALDI-TOF. 3.
Susceptibilidade. 4. Segurança alimentar. I. Oliveira,
Celso Jose Bruno de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636.09(02)

JULLY LUCAS BEZERRA DOS SANTOS

DIVERSIDADE E RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE BACTÉRIAS ÁCIDO
LÁTICAS EM LEITE CAPRINO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Medicina Veterinária pela Universidade
Federal da Paraíba.

Aprovado em: 03 / 10 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



CELSO JOSE BRUNO DE OLIVEIRA

Data: 09/10/2025 21:26:27-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Celso Jose Bruno de Oliveira (Orientador)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente



ALAN DOUGLAS DE LIMA ROCHA

Data: 09/10/2025 21:08:50-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Alan Douglas de Lima Rocha

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Sintia Naianne Pereira Feitoza

Ma. Sintia Naianne Pereira Feitoza

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Dedico este trabalho à minha mãe, Josiane, por sua força incomparável e amor sem medidas. Obrigado por ser meu alicerce, minha amiga e minha maior torcedora. Sem o seu apoio incondicional e a sua coragem, esta conquista não seria possível. Com todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

As minhas amigas, Camila, Dayanne e à nossa veterinária favorita, Jéssica, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando incondicionalmente. Vocês foram simplesmente incríveis!

À minha querida vizinha e amiga, Luiza, por todos os momentos de conversa (até perdermos a noção da hora!), por todas as aventuras e, principalmente, por me ajudar a acreditar em mim mesma. Tenho certeza de que você será uma veterinária excepcional! Ao Gordinho, esse pequeno grande guerreiro, por ser uma inspiração diária e por nos unir ainda mais em nossas loucuras.

Ao pessoal do LAPOA – Celso, Laiorayne, Sintia, Bia, Hudson e Higildo – por toda a ajuda e colaboração durante o desenvolvimento desse projeto. E à Weslla e Lizandra, pelo apoio que foi muito além do laboratório. Vocês são demais!

À minha irmã, Beatriz, e à minha mãe, Josiane, pelo suporte essencial com meus filhos nos momentos em que eu não pude estar presente. Minha mãe em especial, obrigada por ser meu alicerce. Seu apoio, sua força e sua compaixão iluminaram meu caminho em todos os momentos. Sem você, nada disso seria possível. Te amo.

Por fim, aos meus grandes motivos: ao meu filho Brownie, a razão inicial pela qual escolhi a veterinária; e às minhas filhas Jully e Pretinha, por sempre estarem dispostas a dar o carinho que renovou minhas energias. Vocês são minha inspiração constante.

RESUMO

As Bactérias Ácido Lácticas (BAL) são bactérias não patogênicas derivadas do leite e apresentam expressivo potencial tecnológico em virtude de sua ampla aplicabilidade. Embora sejam consideradas bactérias benéficas, as BAL podem apresentar diferentes perfis de susceptibilidade a antimicrobianos, em virtude da diversidade de gêneros que as compõem. O presente estudo objetivou identificar a taxonomia de BAL isoladas de leite cru de cabras criadas no bioma Caatinga e avaliar sua susceptibilidade a antimicrobianos. Foi realizada a coleta de leite de seis diferentes propriedades, realizada semeadura em ágar MRS e M17, seguidas de incubação. As colônias presuntivas foram isoladas e submetidas a testes confirmatórios como catalase e Gram. A confirmação foi realizada por MALDI-TOF, seguida de antibiograma pela técnica de Kirby-Bauer, utilizando discos comerciais contendo sulfazotrim 25mcg, ceftazidima 30ug, oxaciclina 1ug, gentamicina 10ug, ciprofloxacina 5ug, clindamicina 2ug, penicilina 10ui, vancomicina 30ug, eritromicina 15ug, tetraciclina 30ug, cloranfenicol 30mcg e amicacina 30 mcg. Das 28 cepas isoladas, 17 foram identificadas como *Lactococcus* spp. (12 de *L. lactis* e 5 de *L. garvieae*) e 11 *Enterococcus* spp. (3 *E. faecium*, 4 *E. durans*, 3 *E. faecalis* e 1 *E. hirae*). Resistência antimicrobiana foi observada em 24,8% das bactérias pertencentes ao *Enterococcus* spp. e em apenas 8% das bactérias do gênero *Lactococcus* spp. Esses resultados contribuem para o entendimento da microbiota do leite caprino produzido no bioma Caatinga, tanto sob o aspecto de potencial biotecnológico quanto de potenciais perigos associados à resistência antimicrobiana, particularmente em *Enterococcus* spp.

Palavras-Chave: MALDI-TOF; susceptibilidade; segurança alimentar.

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) are non-pathogenic bacteria derived from milk and have significant technological potential due to their broad applicability. Although considered beneficial bacteria, LAB can present different antimicrobial susceptibility profiles due to the diversity of their genera. This study aimed to identify the taxonomy of LAB isolated from raw milk of goats raised in the Caatinga biome and to evaluate their antimicrobial susceptibility. Milk was collected from six different farms and plated on MRS and M17 agars, followed by incubation. Presumptive colonies were isolated and subjected to confirmatory tests such as catalase and Gram stains. Confirmation was performed by MALDI-TOF, followed by antibiogram by the Kirby-Bauer technique, using commercial discs containing sulfazotrim 25 mcg, ceftazidime 30 µg, oxacycline 1 µg, gentamicin 10 µg, ciprofloxacin 5 µg, clindamycin 2 µg, penicillin 10 IU, vancomycin 30 µg, erythromycin 15 µg, tetracycline 30 µg, chloramphenicol 30 mcg and amikacin 30 mcg. Of the 28 isolated strains, 17 were identified as *Lactococcus* spp. (12 *L. lactis* and 5 *L. garvieae*) and 11 *Enterococcus* spp. (3 *E. faecium*, 4 *E. durans*, 3 *E. faecalis* and 1 *E. hirae*). Antimicrobial resistance was observed in 24.8% of *Enterococcus* spp. bacteria and only 8% of *Lactococcus* spp. bacteria. These results contribute to our understanding of the microbiota of goat milk produced in the Caatinga biome, both from the perspective of its biotechnological potential and the potential risks associated with antimicrobial resistance, particularly in *Enterococcus* spp.

Keywords: MALDI-TOF; susceptibility; food safety.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Passagem das colônias para placa matriz de MALDI-TOF.....	19
Figura 2 – Paquímetro medindo halo formado por bactéria em placa com meio MH.....	20
Figura 3 – Frequências de bactérias ácido lácticas (BAL) identificadas em amostras de leite caprino produzido no semiárido paraibano.....	24
Figura 4 – Frequência de susceptibilidade antimicrobiana em <i>Lactococcus</i> spp. (Figura A) e <i>Enterococcus</i> spp.(Figura B) isoladas de leite caprino cru do semiárido paraibano.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados referência a quantidade de amostras usadas em relação às propriedades de origem.....	17
Tabela 2 - Dados referência para interpretação de <i>Enterococcus</i> spp.....	20
Tabela 3 - Dados referência para interpretação de <i>Lactococcus</i> spp.....	21
Tabela 4 - Resultado de MALDI-TOF considerando a amostra, a espécie de bactéria identificada, o índice de confirmação dado pela máquina e o meio de cultivo que essa amostra foi obtida.....	22
Tabela 5 - Resultado de perfil de susceptibilidade considerando susceptível (S), intermediário (I) ou resistente (R).....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAL	Bactérias Acido Láticas
FDA	Food and Drug Administration
MALDI-TOF	Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization – Time of Flight
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
RAM	Resistência Antimicrobiana
VRE	Enterococos Resistentes a Vancomicina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1	COMPOSIÇÃO E MICROBIOTA DO LEITE DE CABRA.....	13
3.1.1	Composição do leite caprino.....	13
3.1.2	Qualidade higiênico-sanitária.....	13
3.2	BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS.....	14
3.2.1	Características das BAL.....	14
3.3	MÉTODOS DE ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE BAL.....	14
3.3.1	Meios de cultura seletivos.....	14
3.3.2	Métodos moleculares.....	15
3.3.3	Identificação por MALDI-TOF.....	15
3.4	SENSIBILIDADE A ANTIMICROBIANOS.....	16
3.4.1	Susceptibilidade em BAL	16
4	METODOLOGIA	17
4.1	SELEÇÃO DE AMOSTRAS	17
4.1.1	Biblioteca de amostras.....	17
4.2	REATIVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE BAL PARA MALDI-TOF.....	18
4.3	DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE SUSCEPTIBILIDADE ATRAVÉS DE DISCO-DIFUSÃO.....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
6	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a Paraíba é o maior produtor de leite de cabra do Brasil (FUNDAJ, 2019). Isso ocorreu devido aos incentivos recebidos pela região em 2003 pelo Programa de Aquisição de Alimentos na modalidade Leite, em que houve a introdução de raças caprinas especializadas em leite (Oliveira *et al.*, 2022). Porém os produtores ainda enfrentam dificuldades devido a falta de divulgação dos benefícios de leite caprino e derivados (Nascimento *et al.*, 2015).

O leite é um composto que possui uma rica microbiota, dentre elas, se destacam as Bactérias Ácido Lácticas (BAL). BAL são microrganismos não patogênicos derivados do leite e apresentam expressivo potencial tecnológico em virtude de sua ampla aplicabilidade. São utilizadas como probióticos e na bioconservação de alimentos, possuem atividade antimicrobiana. Além de seus benefícios tecnológicos, essas bactérias também exercem efeitos benéficos à saúde humana, incluindo ação imunomoduladora e atividade antitumoral e efeito hipocolesterolêmico (Ruas-Madiedo; Hugenholtz; Zoon, 2002).

As BAL são um vasto grupo compostos por diversos gêneros de bactérias, sendo mais abundante no leite caprino os gêneros *Lactococcus* e *Enterococcus*, embora *Aerococcus* e *Streptococcus* também sejam descritos em menor quantidade (Tormo; Lekhal; Roques, 2015). Por ser um grupo composto por diversos gêneros, as BAL podem apresentar distintos níveis de resistência e susceptibilidade a antimicrobianos.

A resistência a antimicrobianos têm se tornado um problema global, gerando preocupação em diversos países e promovendo um trabalho de integração entre diferentes órgãos como Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (Wall *et al.*, 2016). E a resistência antimicrobiana (RAM) se torna um problema no leite, devido uso antimicrobiano nos animais que deixa resíduos no leite (Martin, 2011).

Dessa forma, a identificação das BAL isoladas de leite cru caprino e o estudo do perfil de susceptibilidade antimicrobiana se faz interessante devido a escassez de estudo e importância do tema para a saúde animal e humana.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a taxonomia de Bactérias Ácido Láticas isolada a partir de leite cru de caprinos criados no bioma Caatinga e avaliar sua susceptibilidade a antimicrobianos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a identificação das BAL por Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization – Time of Flight (MALDI-TOF);
- Analisar a susceptibilidade das BAL através de antibiograma;
- Avaliar BAL que tenham susceptibilidade para seguir para investigação e aplicação do seu potencial tecnológico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 COMPOSIÇÃO E MICROBIOTA DO LEITE DE CABRA

3.1.1 Composição do leite caprino

A composição físico-química do leite é uma mistura homogênea de várias substâncias como lactose, proteínas, sais, glicerídeos, vitaminas etc. (Ordóñez, 2005). Possui mais proteínas, glóbulos de gordura menores e menos lactose em comparação ao leite de vaca (Park *et al.*, 2007). Mas essa composição pode sofrer diversas alterações provenientes de diversos fatores como raça, fase da lactação, tipo de alimentação (Costa; Queiroga; Pereira, 2009) e o uso de boas práticas sanitárias, que interfere inclusive, na Contagem Bacteriana Total (CBT) (Beloti *et al.*, 2012).

O leite possui, ainda, microbiota própria, proveniente do animal, composto por bactérias dos gêneros *Enterococos*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, entre outras. E por se tratar de um alimento rico em nutrientes, também serve como meio de crescimento para outros microrganismos, como os deteriorantes, que podem causar alterações organolépticas do leite e, eventualmente, até mesmo microrganismos patogênicos (Carvalho, 2010).

3.1.2 Qualidade higiênico-sanitária

Ausência de boas práticas sanitárias pode levar a um aumento das bactérias deteriorantes e até causar toxi-infecções alimentares (Morais, 2025). Portanto, é necessário realizar manejo sanitário adequado, o que inclui pré e pós dipping, descarte dos primeiros 3 jatos de leite para reduzir a carga microbiana e obter um produto dentro dos parâmetros descritos pela legislação (Júnior *et al.*, 2014).

A Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018 define como valores máximos, para leite cru refrigerado de vaca, 300.000 UFC/ml para CBT e 500.000 CS/ml para contagem de células somáticas (CCS), enquanto o anexo III da *Regulation (EC) Nº 853/2004* do Reino Unido define os valores máximo de 100.000 para contagem de placa a 30°C por ml e 400.000 para CCS. O CBT um indicador de higiene e o CCS um indicador de sanidade (Souza; Carvalho; Mendonça, 2010). Falhas

higiênico sanitárias também afetam negativamente a qualidade de derivados lácteos (Silva *et al.*, 2017).

3.2 BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS

3.2.1 Características das BAL

As BAL são um grupo de microrganismos Gram-positivos, catalase-negativos, que podem apresentar morfologia cocóide ou bacilar. Esse grupo é taxonomicamente diversificado, englobando diferentes gêneros, como *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, entre outros (Abreu, 2015). BAL podem ser classificadas, ainda, de acordo com seu metabolismo fermentativo em homofermentativas ou heterofermentativas. As espécies homofermentativas convertem, principalmente glicose em ácido láctico, enquanto as heterofermentativas produzem também etanol, ácido acético e dióxido de carbono (Pereira, 2020).

Uma vez isoladas, BAL podem ser usadas como cultura *starter* para produção de outros alimentos fermentados como produtos cárneos e vegetais fermentados, além do efeito probiótico e melhoramento das características organolépticas do alimento (Lindner, 2022). A diversidade de gêneros e de características, acabam por influenciar numa diferença metabólica gerando diferentes produtos, por exemplo, *Lactobacillus*, *Lactococcus* e *Streptococcus* que possuem alta conversão de glicose em ácido láctico tornando o pH dos alimentos mais ácidos, uma forma de conservação (Beltrán, 2025).

As BAL do leite caprino, durante a fermentação, podem produzir peptídeos bioativos que, ao serem consumidos, têm ação de inibição da enzima conversora de angiotensina e propriedades antioxidantes que são benéficos a saúde humana (Zhang *et al.*, 2025).

3.3 MÉTODOS DE ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE BAL

3.3.1 Meios de cultura seletivos

O leite possui uma microbiota rica, então para estudarmos as diferentes características de um determinado gênero, precisamos fazer o isolamento em um

meio de cultura que forneça os nutrientes para esse gênero, assim como submetê-lo à temperatura adequada (Vermelho, 2019). No caso das BAL, podem ser usados os meios de cultura M17 ou Man, Rogosa e Sharpe (MRS) (Bruno; Carvalho, 2009).

As placas de Petri devem ser colocadas em estufa a 37°C por 48 horas e, para isolamento, devem ser selecionadas as maiores colônias, lisas e com bordas definidas. Além de, após testes confirmatórios, serem classificadas como Gram-positivas e catalase negativas, as BAL também podem ser caracterizadas quanto a capacidade parcial de hemólise, atividade ausente de gelatinase e da enzima DNase, e resistência variada a antimicrobianos (Lima; Carbonera; Helbig, 2022).

3.3.2 Métodos moleculares

Os microorganismos também podem ser identificados por métodos moleculares, pois como para cultivo as bactérias precisam de nutrientes específicos nem todas as bactérias são cultiváveis (Rappé; Giovannoni, 2003), dessa forma através da biologia molecular são possíveis realizar outras técnicas de identificação de microorganismos como por microscopia óptica, eletroforese em gel, PCR, entre outros (Junqueira, 2023).

3.3.3 Identificação por MALDI-TOF

A MALDI-TOF é uma técnica de identificação molecular, que consiste na junção de duas técnicas, a MALDI que é composta por um laser que ioniza as amostras, atravessa a placa e chega ao detector com a técnica de TOF que calcula o tempo de voo de acordo com a razão massa/carga do íon, então o computador consegue identificar o tempo que o íon levou para chegar ao detector e identifica o microorganismo, numa técnica extremamente sensível e de alta resolução (Madigan, 2016).

Essa técnica possui uma alta precisão para identificação da bactéria, quanto a gênero e espécie, além de ser rápida e ter baixo custo (Quirino, 2025).

3.4 SENSIBILIDADE A ANTIMICROBIANOS

A avaliação a susceptibilidade a antimicrobianos pode ser realizado através de várias técnicas como diluição em caldo, pelo teste de disco-difusão (Kirby-Bauer), por difusão de gradiente em ágar ou por outros métodos automatizados (Quinn, 2018).

O teste de disco-difusão é um dos mais utilizados e considera a sensibilidade através da medição do diâmetro de uma zona de inibição, que se forma como um halo ao redor do disco de difusão, e posteriormente é realizado a interpretação de dados seguindo os resultados desenvolvidos pela *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) (Tortora; Funke; Case, 2012).

3.4.1 Susceptibilidade em BAL

O uso indiscriminado de antibióticos na medicina veterinária é um dos maiores obstáculos da saúde pública mundial devido a contribuição com o surgimento de resistência bacteriana (Santos *et al.*, 2025).

A resistência antimicrobiana pode ser adquirida pela BAL através de transferência de gene (Belay, 2024). E o consumo desse leite pode levar microrganismos resistentes ao consumidor final (Nero, 2007). Dessa forma, o monitoramento dos níveis de resistência em diferentes microrganismos se faz necessária.

4 METODOLOGIA

4.1 SELEÇÃO DE AMOSTRAS

Para esse estudo foram usadas 28 bactérias aleatórias de uma biblioteca de bactérias presuntivas de BAL, armazenadas à -80°C, do Laboratório de Avaliação de Produtos de Origem Animal (LAPOA) localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

4.1.1 Biblioteca de amostras

A biblioteca de amostras faz parte do projeto Ciências ômicas aplicadas à produção de leite e queijo caprino no bioma da Caatinga, e as amostras presuntivas de BAL foram selecionadas aleatoriamente e posteriormente foram identificadas como provenientes de 6 diferentes propriedades usadas nesse projeto (Tabela 1).

Tabela 1 — Dados referência a quantidade de amostras usadas em relação às propriedades de origem

Propriedade de Origem	Quantidade de Amostras
1	12
2	1
3	7
4	4
5	3
6	1

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Essas bactérias presuntivas de BAL já haviam sido isoladas anteriormente a partir de amostras de leite em ágar MRS (Man, Rogosa e Sharpe) ou M17. As amostras semeadas em MRS foram incubadas à 37°C por 48 horas, e as semeadas em M17 foram incubadas a 35°C por 48 horas, ambas em aerobiose. Para isolamento, foram consideradas as colônias com aparência típica de BAL, além de serem submetidas a teste de catalase e GRAM, sendo consideradas presuntivas as bactérias que apresentaram catalase negativa e GRAM positiva. As amostras consideradas presuntivas foram passadas para caldo MRS e incubados por 48 horas à 37°C, depois

foi retirado 1ml de caldo e passada para criotubos com 0,2ml de glicerina para posterior armazenamento à -80°C.

4.2 REATIVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE BAL PARA MALDI-TOF

As amostras selecionadas presuntivas de BAL foram descongeladas em temperatura ambiente. Depois os tubos foram vortexado por aproximadamente 5 segundos, e retirado 10 μ L do tubo com alça microbiológica para posterior semeio em ágar MRS e incubadas à 37°C por 48h em aerobiose.

Para identificação por MALDI-TOF é necessário que a massa da colônia seja fresca, dessa forma, 48 horas antes de levar as amostras para o MALDI-TOF foi necessário refazer a semeadura em MRS ágar com a alça microbiológica em uma nova placa seguido de incubação à 37°C para que a massa chegasse fresca ao Laboratório Multiusuário de Caracterização e Análise (LMCA), na UFPB, campus I.

A técnica de espectrometria MALDI-TOF (Biotyper® Sirius One RUO System), seguindo o protocolo recomendado pelo fabricante, consistiu em passar a massa fresca para a placa matriz do MALDI-TOF com hastes estéreis para formação de um *film* sobre a placa alvo (Figura 1). As análises foram feitas em duplicata. Em seguida a placa foi colocada dentro da máquina de MALDI-TOF para identificação, gerando ao final um relatório com índice quanto à identificação de cada amostra. Sendo considerados confiáveis os índices de superior à 1,7 para gênero e superior a 2,0 para espécie, conforme indicação do software.

Figura 1 — Passagem das colônias para placa matriz de MALDI-TOF



Fonte: Elaboração própria, 2025.

4.3 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE SUSCEPTIBILIDADE ATRAVÉS DE DISCO-DIFUSÃO

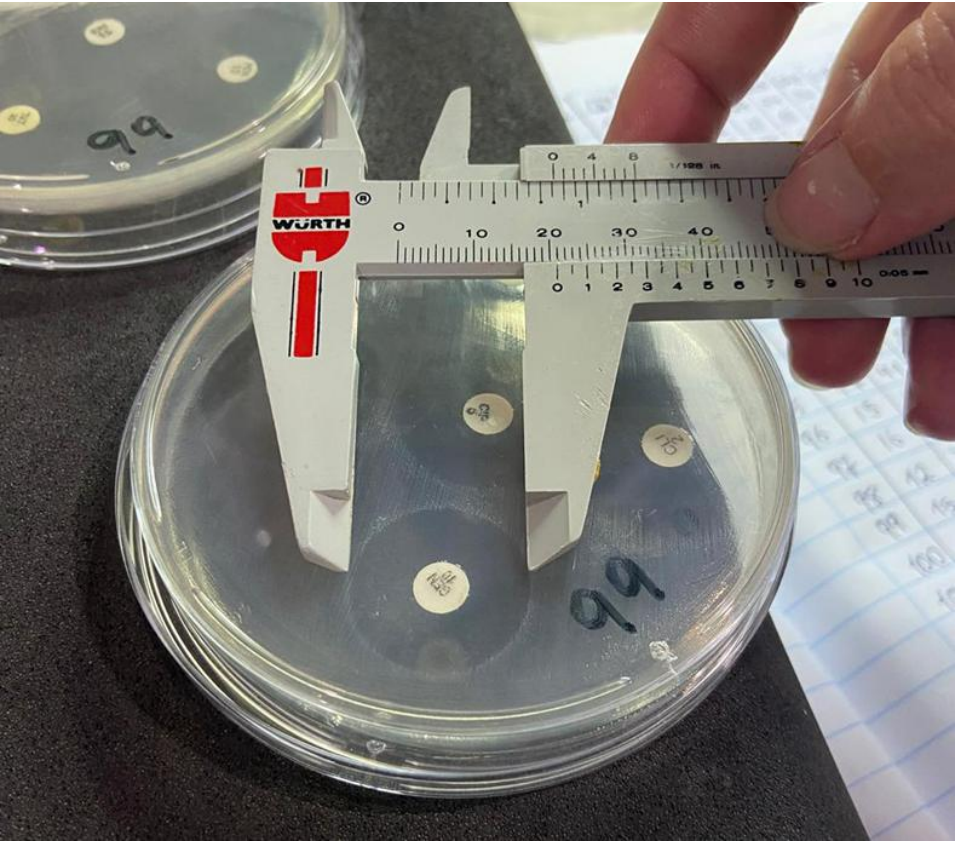
As cepas foram recultivadas em meio MRS por 48 horas à 37°C para a obtenção de colônias frescas. A massa fresca foi transferida 10 μ L com alça microbiológica para um tubo com 5 ml de solução salina a 0,85% estéril, até atingir a turbidez 0,5 na escala McFarland (10⁸ UFC/ml). Então com um swab estéril a solução salina foi espalhada sobre uma placa de petri com ágar Muller Hinton (MH), seguido da adição dos discos de antimicrobianos de maneira equidistantes pela placa, então incubação por 24 horas numa estufa a 37°C. Dessa forma, os halos inibitórios formados pela presença dos discos com antimicrobianos se formaram na placa e foram medidos com ajuda de um paquímetro e avaliados no modelo proposto por Charteris et al. (1998) ou de acordo com a *Clinical and Laboratory Standards Institute* (NCCLS, 2005). O controle foi realizado com a bactéria *Escherichia coli* ATCC 25922.

O antibiograma foi feito utilizando os seguintes discos de antibióticos impregnados: sulfazotrim 25mcg (SUT) (composto por 23,75mcg é sulfametoxazol e

1,25mcg é trimetoprim), ceftazidima 30ug (CAZ), oxaciclina 1ug (OXA), gentamicina 10ug (GEN), ciprofloxacina 5ug (CIP), clindamicina 2ug (CLI), penicilina 10ui (PEN), vancomicina 30ug (VAN), eritromicina 15ug (ERI), tetraciclina 30ug (TET), cloranfenicol 30mcg (CLO) e amicacina 30 mcg (AMI). As cepas foram analisadas e classificadas em susceptíveis (S), intermediarias (I) ou resistente (R).

A interpretação dos resultados (Figura 2) depende do tipo de bactéria (Tabela 2 e Tabela 3) identificada pois a diferença de metabolismo das bactérias altera o tamanho do halo.

Figura 2 — Paquímetro medindo halo formado por bactéria em placa com meio MH



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Tabela 2 — Dados referência para interpretação de *Enterococcus* spp.

Antibiótico	R	I	S	Referência	Nota
Amicacina	≤15	16-17	≥18	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Ceftazidima	≤15	16-18	≥19	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Ciprofloxacina	≤15	16-20	≥21	CLSI, 2017	<i>Enterococcus</i> spp.
Clindamicina	≤8	9-11	≥12	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.

Cloranfenicol	≤12	13-17	≥18	CLSI, 2017	<i>Enterococcus</i> spp.
Eritromicina	≤13	14-22	≥23	CLSI, 2017	<i>Enterococcus</i> spp.
Gentamicina	≤12	-	≥13	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Oxaciclina	-	-	≥20	CLSI, 2017	<i>Streptococcus pneumoniae</i>
Penicilina	≤14	-	≥15	CLSI, 2017	<i>Enterococcus</i> spp.
Sulfazotrim	≤10	11-15	≥16	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Tetraciclina	≤14	15-18	≥19	CLSI, 2017	<i>Enterococcus</i> spp.
Vancomicina	≤14	15-16	≥17	CLSI, 2017	<i>Enterococcus</i> spp.

Fonte: Adaptado de Charteris et al. (1998) e da Clinical and Laboratory Standards Institute (2017).

Tabela 3 — Dados referência para interpretação de *Lactococcus* spp.

Antibiótico	R	I	S	Referência	Nota
Amicacina	≤15	16-17	≥18	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Ceftazidima	≤15	16-18	≥19	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Ciprofloxacina	≤13	14-18	≥19	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Clindamicina	≤8	9-11	≥12	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Cloranfenicol	≤13	14-17	≥18	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Eritromicina	≤13	14-17	≥18	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Gentamicina	≤12	-	≥13	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Oxaciclina	-	-	≥20	CLSI, 2017	<i>Streptococcus pneumoniae</i>
Penicilina	≤19	20-27	≥28	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Sulfazotrim	≤10	11-15	≥16	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Tetraciclina	≤14	15-18	≥19	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.
Vancomicina	≤14	15-16	≥17	Charteris et al., 1998	<i>Lactobacillus</i> spp.

Fonte: Adaptado de Charteris et al. (1998) e da Clinical and Laboratory Standards Institute (2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para confirmação dessas 28 cepas, isoladas a partir de leite caprino, como BAL na técnica de MALDI-TOF, e considerando as especificações do software quanto ao índice de confiabilidade, todas as amostras identificadas nessa análise são consideradas confiáveis (Tabela 4).

Tabela 4 — Resultado de MALDI-TOF considerando a amostra, a espécie de bactéria identificada, o índice de confirmação dado pela máquina e o meio de cultivo que essa amostra foi obtida.

Amostra	Espécie	Índice	Meio de Cultivo
S24e'5	<i>Lactococcus garvieae</i>	1,89	M17
A24g5	<i>Lactococcus lactis</i>	2,01	MRS
S24h'3	<i>Lactococcus lactis</i>	1,98	M17
S24i'3	<i>Lactococcus lactis</i>	2,1	M17
S24k3	<i>Lactococcus lactis</i>	1,92	MRS
S24e'3	<i>Lactococcus garvieae</i>	1,8	M17
A24g1	<i>Lactococcus garvieae</i>	2,05	MRS
N24f2	<i>Enterococcus faecium</i>	2,16	M17
A24b4	<i>Lactococcus lactis</i>	2,08	M17
S24g'5	<i>Lactococcus lactis</i>	2,03	M17
S24k1	<i>Lactococcus lactis</i>	2,36	M17
S24k2	<i>Enterococcus durans</i>	2,05	MRS
S24i'2	<i>Enterococcus faecium</i>	2,09	MRS
S24l1	<i>Enterococcus durans</i>	1,97	MRS
S24l2	<i>Lactococcus lactis</i>	1,91	MRS
S24l4	<i>Lactococcus lactis</i>	2,11	MRS
S24l5	<i>Lactococcus lactis</i>	1,95	M17
A24Y5	<i>Enterococcus faecalis</i>	1,93	M17
S24e'4	<i>Lactococcus garvieae</i>	1,92	M17
S24i'5	<i>Lactococcus lactis</i>	2	MRS
A24c5	<i>Lactococcus garvieae</i>	2,08	M17
j24c3	<i>Enterococcus faecalis</i>	2,24	M17

S24e'2	<i>Lactococcus garvieae</i>	1,93	MRS
A24d5	<i>Enterococcus hirae</i>	1,95	MRS
A24Y1	<i>Enterococcus faecalis</i>	2,15	MRS
A24e3	<i>Enterococcus durans</i>	2,08	MRS
A24Y4	<i>Enterococcus faecium</i>	1,94	M17
A24e2	<i>Enterococcus durans</i>	1,85	MRS

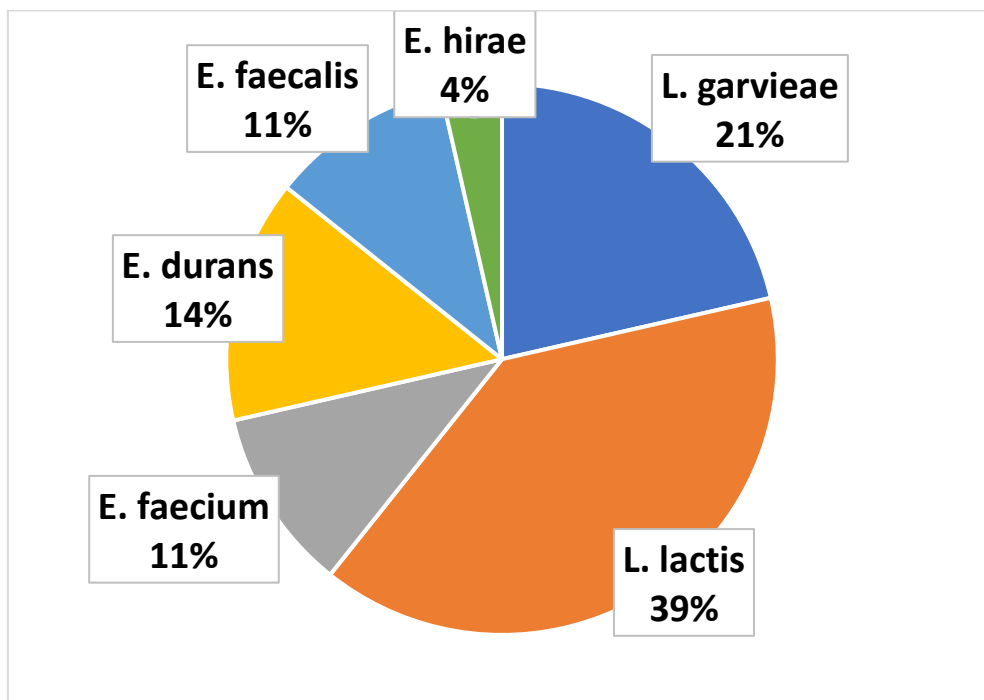
Fonte: Elaboração própria, 2025.

Dentre as bactérias encontradas, houve um claro domínio do gênero *Lactococcus* spp. (17/28). Essa predominância confere ao leite um alta potencial tecnológico, pois, segundo Cruz (2018) por representar cerca de 90% dos fermentos usados para manteiga, queijo, *buttermilk* e *sourcream*. *Lactococcus lactis* (11/28), a mais abundante, é produtora de nisina, uma bacteriocina que reduz a contaminação microbiana em queijos e tem importante ação em bactérias Gram-positivas, à exemplo de *Staphylococcus aureus*. O estudo de Cruz (2018) aponta ainda que *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* e *Enterococcus durans* são as mais comuns do gênero a serem encontradas em leites e derivados, embora não sejam classificadas como segura pelo FDA por terem origem fecal mas costumam ser susceptíveis aos antibióticos mais comumente usados na clínica (penicilina, vancomicina e gentamicina). São psicrotróficas e resistem a pasteurização e outras condições adversas, e sua presença representa um risco por ser frequentemente associada a infecções clínicas por possuir uma patogenicidade multifatorial, complexa e ocorre após uma sequência de fatores de virulência.

A presença de *E. faecium* pode beneficiar as características organolépticas em produtos derivados do leite, como queijo, além de deter o crescimento de coliformes, e que, as infecções por *Enterococcus* spp. só ocorre em caso de comprometimento do sistema imunológico, de acordo com os estudos de Ribeiro et al. (2012).

A Figura 3 apresenta a distribuição taxonômica dos microrganismos identificados. O gênero *Enterococcus* spp. correspondeu a aproximadamente 40% do total de isolados. Sua presença deve ser investigada por ser uma causadora de infecções gastrointestinais podendo levar a sintomas como febre, dor, fadiga e perda de peso (Oliveira et al., 2025).

Figura 3 — Frequências de bactérias ácido lácticas (BAL) identificadas em amostras de leite caprino produzido no semiárido paraibano.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A identificação de aproximadamente 60% de *Lactococcus* spp. se faz novamente importante pelo alto valor tecnológico por atuar, segundo Lopes (2021), como conservante e melhorar as características organolépticas dos produtos.

A interpretação do antibiograma de disco-difusão (Tabela 5) foi realizada de acordo com a cepa identificada em MALDI-TOF pois o tamanho do halo para determinado antibiótico deve ser diferente de acordo com a bactéria identificada, dessa forma, diferentes literaturas foram consideradas e, às vezes, adaptadas.

Tabela 5 — Resultado de perfil de susceptibilidade considerando susceptível (S), intermediário (I) ou resistente (R).

CEPA	MALDI-TOF	SUT	PEN	VAN	ERI	GEN	CAZ	CIP	OXA	CLI	TET	CLO	AMI
A24g5	<i>Lactococcus lactis</i>	S	S	S	S	S	I	S	R	S	S	S	S
S24i'3	<i>Lactococcus lactis</i>	S	I	S	I	S	R	S	R	R	S	S	I
A24g1	<i>Lactococcus garvieae</i>	S	I	S	R	S	R	S	R	I	R	S	I
S24I2	<i>Lactococcus lactis</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R
S24I4	<i>Lactococcus lactis</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S
S24I5	<i>Lactococcus lactis</i>	I	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R
S24i'5	<i>Lactococcus lactis</i>	I	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R
A24c5	<i>Lactococcus garvieae</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	I
N24f2	<i>Enterococcus faecium</i>	S	S	S	I	S	R	S	R	R	S	S	I
S24i'2	<i>Enterococcus faecium</i>	I	S	S	I	S	R	S	R	R	S	S	S
S24I1	<i>Enterococcus durans</i>	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S
j24c3	<i>Enterococcus faecalis</i>	S	S	S	S	R	R	S	R	S	R	S	R
A24d5	<i>Enterococcus hirae</i>	S	S	S	S	R	R	S	R	R	S	S	R
S24k1	<i>Lactococcus lactis</i>	S	S	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S
S24k3	<i>Lactococcus lactis</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S
A24b4	<i>Lactococcus lactis</i>	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S
S24g'5	<i>Lactococcus lactis</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S24k2	<i>Enterococcus durans</i>	S	S	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S
A24e3	<i>Enterococcus durans</i>	S	S	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S

A24e2	<i>Enterococcus durans</i>	S	S	S	S	S	R	S	R	S	I	S	S
S24e'5	<i>Lactococcus garvieae</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	I
S24e'3	<i>Lactococcus garvieae</i>	S	S	S	S	S	S	I	R	S	S	S	S
S24e'4	<i>Lactococcus garvieae</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S
S24e'2	<i>Lactococcus garvieae</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S
A24Y5	<i>Enterococcus faecalis</i>	S	S	S	I	S	R	S	R	I	R	S	R
A24Y1	<i>Enterococcus faecalis</i>	S	S	S	I	R	R	S	R	R	R	S	R
A24Y4	<i>Enterococcus faecium</i>	S	S	S	I	S	R	I	R	R	R	S	R

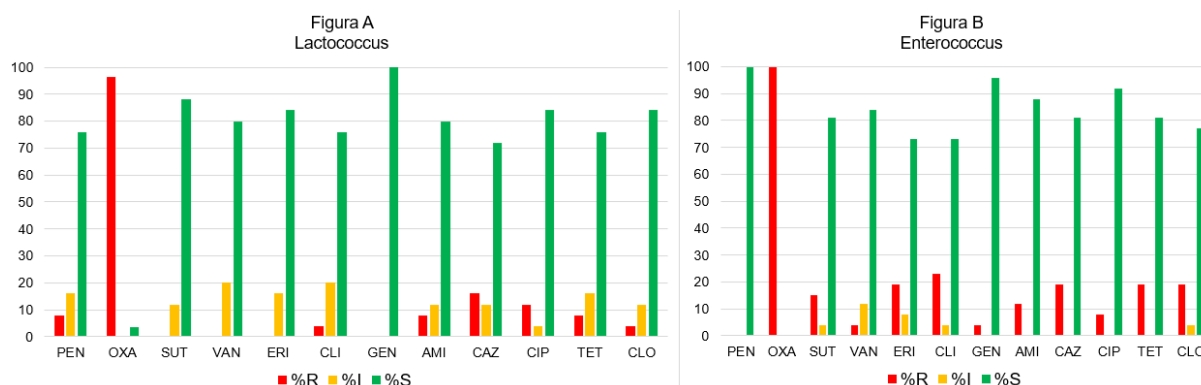
Fonte: Elaboração própria, 2025.

Legenda: SUT - sulfazotrim, CAZ - ceftazidima, OXA - oxaciclina, GEN - gentamicina, CIP - ciprofloxacina, CLI - clindamicina, PEN - penicilina, VAN - vancomicina, ERI - eritromicina, TET - tetraciclina, CLO – cloranfenicol, AMI – amicacina, S - susceptível, I – intermediária, R - resistência

Outra importante característica observada foi que a relação de resistência entre *Enterococcus* spp. foi proporcionalmente superior aos *Lactococcus* spp., sendo 24,79% (30/121) e 8,02% (15/187) respectivamente. Isso, desconsiderando a oxaciclina que só foi avaliada para grau de susceptibilidade. Então, apesar de estar em menor quantidade do total identificado, os *Enterococcus* spp. apresentam maior resistência total e relativo, por se tratar de um gênero com várias origens enquanto *Lactococcus* spp. tem origem predominantemente láctea. A quantidade de bactérias que foram classificadas como intermediárias também teve diferenças consideráveis, 9,09% (10/110) para *Enterococcus* spp. e 7,64% (13/170) de *Lactococcus* spp. sendo desconsiderado para esse cálculo a gentamicina que só foi classificado em resistente e susceptível, sendo nesse caso, o total de *Lactococcus* spp. intermediários maior. O trabalho de Silva (2022) para *Enterococcus* spp. em leite de cabra, apresenta valores semelhantes à esse para eritromicina (16/22 susceptibilidade) e vancomicina (21/22 de susceptibilidade), enquanto esse trabalho apresenta 5/11 e 11/11 respectivamente, embora apresente valores diferentes para penicilina (1/22 de susceptibilidade, 3/22 intermediário e 18/22 de resistência) enquanto nesse aproximadamente 11/11 são susceptíveis, isso pode ter ocorrido devido ao uso de antimicrobiano que pode levar a seleção de bactérias resistentes (Aguiar *et al.*, 2016).

A Figura 4 mostra a interpretação de *Enterococcus* spp. como 100% susceptível à penicilina e vancomicina se mostra interessante ao considerarmos a literatura de PROCOP (2018) que mostra que nos EUA os *E. faecium*, *E. faecalis*, *E. garvieae* e *E. hirae* apresentam alta resistência adquirida a vancomicina e são uma comum causa de infecção hospitalar, além da concentração inibitória mínima de penicilina à esse gênero chegar a ser de 10 a 100 vezes maior que de outros estreptococos. Há também concordância parcial de dados no que diz respeito aos aminoglicosídeos, que os *Enterococcus* spp. apresentam uma resistência adquirida, a gentamicina apresentou resistência de 27,27% (3/11) e a amicacina apresentou resistência de 45,5% (5/11) e 9% (1/11) foi classificada como intermediária. A clindamicina apresentou resistência de 45,5% (5/11) e intermediária de 9% (1/11). Enquanto a ceftazidima, uma cefalosporina de terceira geração, apresentou 100% (11/11) de resistência.

Figura 4 — Frequência de susceptibilidade antimicrobiana em *Lactococcus* spp. (Figura A) e *Enterococcus* spp. (Figura B) isoladas de leite caprino cru do semiárido paraibano.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Legenda: SUT - sulfazotrim, CAZ - ceftazidima, OXA - oxaciclina, GEN - gentamicina, CIP - ciprofloxacina, CLI - clindamicina, PEN - penicilina, VAN - vancomicina, ERI - eritromicina, TET - tetraciclina, CLO – cloranfenicol, AMI – amicacina, S - susceptível, I – intermediária, R - resistência.

Dentre as bactérias identificadas como *L. lactis*, 9,09% (1/11) apresentou resistência a tetraciclina, 9,09% (1/11) foi classificada como intermediária a eritromicina e essa mesma bactéria foi identificada como resistente a clindamicina, na identificação por MALDI-TOF ela foi reconhecida como *L. lactis* subsp. *lactis* DSM 20175 DSM. *L. garvieae* apresentou 16% (1/6) de resistência à tetraciclina. Com isso, os resultados se mostram parcialmente em concordância a literatura de Cruz (2018) que descreve *L. lactis* como resistente a tetraciclina e clindamicina e *L. garvieae* como resistente a tetraciclina.

Penicilina, isolada a partir do fungo *Penicillium* spp., apresentou 7,14% (2/28) de bactérias classificadas como intermediárias, todas do gênero *Lactococcus* spp..

Cloranfenicol apresentou apenas 3,57% (1/28) de resistência, em uma *Lactococcus lactis*, e nenhuma classificação intermediária, mas tem uso proibido em animais devido a IN nº9 de 2003 (MAPA, 2003).

Oxaciclina se destacou por apresentar resistência completa a *Enterococcus* spp., conforme descrita anteriormente por Teuber, Meile e Schwarz (1999), e apresentar apenas 5,88% (1/17) de susceptibilidade a *L. lactis*, tendo sido descrita como susceptível. Essa alta resistência à oxaciclina ocorre devido a literatura verificada como base em que os dados mais próximos usados à bactérias estudadas eram o de *Streptococcus pneumoniae*.

6 CONCLUSÃO

Este estudo contribui para o entendimento da microbiota do leite caprino produzido no semiárido paraibano, tanto sob o aspecto de potencial biotecnológico quanto de potenciais perigos associados à resistência antimicrobiana, particularmente em *Enterococcus* spp.

A técnica de MALDI-TOF fez a identificação taxonômicas de 28 bactérias isoladas, com um domínio do gênero *Lactococcus* spp. (18/28) e predomínio da espécie *L. lactis* (12/28). Esse predomínio é importante para o ponto de vista tecnológico, por ser uma bactéria comumente usada como fermentos. Em paralelo, a presença de *Enterococcus* spp. (10/28), com enfoque *E. faecium*, *E. faecalis* e *E. durans*, traz uma camada de complexidade ao estudo devido à associação desses microorganismos com fatores de virulência e resistência.

A avaliação do perfil de susceptibilidade antimicrobiana relacionando esses dois gêneros evidenciou uma diferença significativa, pois enquanto *Lactococcus* spp. apresenta aproximadamente 8% de resistência, *Enterococcus* spp. apresentou aproximadamente 25%. Mas em contraste com relatos internacionais, os *Enterococcus* spp. apresentou susceptibilidade a penicilina e a vancomicina.

Dessa forma, esse estudo aponta duas importante características em relação ao leite caprino: o seu potencial tecnológico, representado pela abundância de *Lactococcus* spp. e o risco potencial dos *Enterococcus* spp. atuarem como reservatório de genes de resistência antimicrobiana.

Se faz necessário, portanto, mais estudos para investigar genes de resistências presentes em microrganismos isolados a partir de alimentos e explorar o potencial tecnológico desses microrganismos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Louricélia. Identificação e caracterização do potencial probiótico de bactérias isoladas do leite e queijo caprino. **Repositório UFC**. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/20209/1/2015_dis_lrabreu.pdf. Acesso em 05 jul. 2025.
- AGUIAR, C.E.G. et al. Presença de antibióticos como causa de rejeição de leite em um laticínio no sul do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 97–97, 2016.
- AMARAL, Jackson B. do. Mastite bovina e qualidade do leite nos aspectos legais e forenses- Revisão. **Pubvet**, v. 16, n. 02, p. e1027, 2022. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/113>. Acesso em: 22 set. 2025.
- BELAY, Wubetu Yihunie. et al. Mechanism of antibacterial resistance, strategies and next-generation antimicrobials to contain antimicrobial resistance: a review. **Frontiers in Pharmacology**. Vol.15, 2024.
- BELOTI, Vanerli; JÚNIOR, José Carlos Ribeiro; TAMANINI, Ronaldo; SILVA, Livia Cavaletti Corrêa. Impacto da implantação de boas práticas de higiene na ordenha sobre a qualidade microbiológica e físico-química do leite cru refrigerado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 388, p. 5-10, 2012.
- BELTRÁN, Daniela E. M. et al. Revisión bibliográfica sobre las bacterias lácticas productoras de ácido láctico: Características y aplicaciones biotecnológicas. **Innovarium International Journal**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 1–26, 2025. Disponível em: <https://revinde.org/index.php/innovarium/article/view/46>. Acesso em: 22 set. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova os regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 9, 30 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 27 de junho de 2003. **Sistema Integrado de Legislação**, D.O.U., 30/06/2003.
- BRUNO, Laura M.; CARVALHO, Juliane D. G. **Microbiota láctica de queijos artesanais**. Fortaleza: EMBRAPA, 2009. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/74851>. Acesso em: 25 set. 2025.
- CARVALHO, Irineide Teixeira. Microbiologia dos Alimentos. **Programa Escola Técnica Aberta do Brasil**, Recife, p.41-48, 2010.
- CHARTERIS, William P. et al. Antibiotic susceptibility of potentially probiotic Lactobacillus species. **J. Food Prot.**, 1998.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE/ NCCLS. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Fifteenth Informational Supplement. CLSI/NCCLS** document M100-S15[ISBN 1-56238-556-9]. Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898, EUA, 2005.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. DE C. R. E.; PEREIRA, R. A. G.. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 307–321, 2009.

CRUZ, Adriano. **Microbiologia, Higiene e Controle de Qualidade no Processamento de Leites e Derivados Vol IV**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018. *E-book*. p.9-30; Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595154018/>. Acesso em: 26 set. 2025.

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO (Fundaj). **Paraíba é o maior produtor de leite de cabra**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/padrao-racial-de-ovinos-raca-lacaune/paraiba-e-o-maior-produtor-de-leite-de-cabra>. Acesso em: 25 out. 2024.

JÚNIOR, José C. R. et al. Influência de boas práticas de higiene de ordenha na qualidade microbiológica do leite cru refrigerado. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n. 6, p. 395-404, nov/dez, 2014.

JUNQUEIRA, L C.; CARNEIRO, José. **Biologia Celular e Molecular**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023. *E-book*. p.43-69. ISBN 9788527739344. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527739344/>. Acesso em: 25 set. 2025.

LIMA, Carlos Henrique Gomes de Sousa. et al. Propriedades tecnológicas de bactérias ácido-láticas em laticínios. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 76, n. 4, p. 243-256, out/dez, 2021.

LIMA, Carlos H. G. de S.; CARBONERA, Nádia; HELBIG, Elizabete. Avaliação de aspectos fenotípicos de segurança de bactérias ácido-láticas isoladas de queijos artesanais do tipo Colonial do Sul do Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.I.], v. 77, n. 1, p. 12-20, abr. 2022. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/884>. Acesso em: 25 set. 2025.

LINDNER, José Guilherme Prado Martin, Juliando de D. **Microbiologia de alimentos fermentados**. São Paulo: Editora Blucher, 2022. *E-book*. p.70. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555061338/>. Acesso em: 25 set. 2025.

LOPES, Maria H. F. **Estudo da cinética de crescimento de *Lactococcus lactis* em bebida láctea**. Trabalho de conclusão de curso de engenharia de alimentos na UFMG, Montes Claros – MG, 2021.

MADIGAN, Michael T.; MARTINKO, John M.; BENDER, Kelly S.; et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016. *E-book*. p.491-493. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582712986/>. Acesso em: 25 set. 2025.

MARTIN, José Guilherme Prado. Resíduos de Antimicrobianos em leite – uma revisão. **Segurança alimentar e nutrição**. Campinas, vol. 18, p. 80-87, 2011.

MORAIS, Julia S. **Controle microbiológico do leite e os riscos à saúde pública**. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas – PUC, Goiania-GO, 2025.

NASCIMENTO, Vitória S. O. et al. Caprinocultura: Desenvolvimento e Desafios. **Atas de Saúde Ambiental**. São Paulo, Vol.3, n.2, p. 132-137, 2015.

NERO, Luís Augusto. et al. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, vol. 27, p. 391-393, abr.-jun. 2007.

OLIVEIRA, Leandro S. et al. Typology of dairy goat production systems in a semiarid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 216, 2022.

OLIVEIRA, Pedro H. de S. et al. **Mastite Bovina: impactos na qualidade do leite e riscos para saúde pública**. Ciência Veterinária Aplicada: Diagnósticos, Tratamentos e Produção Animal, v. 1, p. 137-156, 2025.

ORDÓÑEZ, Juan A. Tecnologia de Alimentos - Alimentos de Origem Animal. 2.ed. Porto Alegre: **Artmed**, v.2, p.13-44, 2005.

PARK, Y. W. et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p.88–113, 2007.

PEREIRA, Maria Tereza; SANTANA, E Elsa Helena Walter de; SANTOS, Joice Sifuentes dos. Importância das Bactérias Ácido Lácticas e não Starter (NSLAB) na Tecnologia de Produção dos Derivados Lácteos. **Ensaio**, v. 24, n. 4, p. 348-352, 2020.

PROCOP, Gary W. **Diagnóstico Microbiológico - Texto e Atlas, 7ª edição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. *E-book*. p.788-802. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527734516/>. Acesso em: 26 set. 2025.

QUINN, P J.; MARKEY, B.K; LEONARD, F C.; et al. **Microbiologia veterinária: essencial**. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2018. *E-book*. p.20. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582715000/>. Acesso em: 25 set. 2025.

QUIRINO, Thais R. S.; et al. Perfil de resistência de Staphylococcus Aureus: Impactos no manejo clínico e avaliação de técnicas laboratoriais. **Revista Contemporânea**, vol. 5, n°. 9, p.1-17, 2025.

RAPPÉ, Michael S.; GIOVANNONI, Stephen J. The Uncultured Microbial Majority. **Annu. Rev. Microbiol.**, v.57, p.369-394, 2003.

RUAS-MADIEDO, Patricia; HUGENHOLTZ, Jeroen; ZOON, Pieterneela. An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria, **International Dairy Journal**, v.12, p. 163-171, 2002.

RIBEIRO, Jéssica C. B. et al. Qualidade físico-química e microbiológica do queijo parmesão ralado comercializado em Ponta Grossa, Paraná. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, v. 67, p. 21-29, 2012.

SANTOS, José M. da S. et al. Uso indiscriminado de antibióticos na medicina veterinária e os impactos na uma saúde. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, p.1656-1672, 2025.

SILVA, Joyce B. P. et al. Qualidade microbiológica do leite caprino em propriedades rurais da região de Macaíba/RN. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 2, p. 67-73, abr/jun, 2017.

SILVA, Juliana Bernardo da. Avaliação do potencial probiótico de bactérias ácido lácticas da microbiota de leite bovino e caprino na microrregião de Garanhuns-PE. Dissertação de mestrado em sanidade e reprodução dos animais de produção. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2022.

SOUZA, Guilherme N. de; CARVALHO, Armando da C.; MENDONÇA, Letícia C. Qualidade do leite. **Manual de bovinocultura de leite**, p. 541-607, 2010.

TEUBER, Michael; MEILE, Leo; SCHWARZ, Franziska. Acquired antibiotic resistance in lactic acid bacteria from food. **Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications**, v. 76, p.115-137, 1999.

TORMO, Hélène; LEKHAL, Djamila A. H.; ROQUES, C. Phenotypic and genotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk and effect of farming practices on the dominant species of lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v. 210, p. 9-15, 2015.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, p.571-574, 2012.

UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu e Conselho. **Regulamento (CE) Nº 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho**, de 29 de abril de 2004. Que estabelece regras específicas de higiene para os gêneros alimentícios de origem animal. **Anexo III - Seção IX: Requisitos relativos ao leite cru, colostro, produtos lácteos e colostro**. Disponível em: <https://www.legislation.gov.uk/eur/2004/853/annex/III/section/IX/data.xht>. Acesso em: 28 dez. 2025.

VERMELHO, Alane B. **Práticas de Microbiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. *E-book*. p.89. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527735575/>. Acesso em: 25 set. 2025.

WALL, B.A.; MATEUS, A.; MARSHALL, L.; PFEIFFER, D.U.; LUBROTH, J.; ORMEL, H.J.; OTTO, P.; PATRIARCHI, A. Drivers, Dynamics and Epidemiology of Antimicrobial Resistance in Animal Production. **FAO**, 2016.

ZHANG, Zongcai; SHU, Guowei; NAN, Jianhao; MENG, Fanbo; ZHANG, Meng; CHEN, Li. Exploring the healthy potential of goat milk fermented by novel isolated lactic acid bacteria: Genetic identification, bioactive peptides, nutritional mechanism and sensory evaluation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 442, 2025.