

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Everson Martins Rodrigues

**Identificação e comparação de bactérias isoladas do útero de éguas virgens,
resistentes e susceptíveis à endometrite**

UBERLÂNDIA-MG

2025

Everson Martins Rodrigues

**Identificação e comparação de bactérias isoladas do útero de éguas virgens,
resistentes e susceptíveis à endometrite**

Projeto de Pesquisa apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador (a): Elisa Sant'Anna Monteiro da Silva

UBERLÂNDIA-MG

2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.2 Tipos de endometrite.....	11
2.3 Diagnóstico.....	12
2.4.1 Tratamento Convencional.....	13
2.4.2 Formas alternativas de tratamento.....	14
2.5 Probióticos como tratamento alternativo.....	15
2.6 Microbiota uterina.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1 Animais.....	17
3.2 Lavado uterino de baixo volume.....	18
3.3 Cultivo e isolamento.....	19
3.4 Análise de dados.....	20
4. RESULTADOS.....	20
5. DISCUSSÃO.....	22
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

Everson Martins Rodrigues

**Identificação e comparação de bactérias isoladas do útero de éguas virgens,
resistentes e susceptíveis à endometrite**

Projeto de Pesquisa apresentado à
Faculdade de Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para aprovação na
disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II.

Área de concentração: Reprodução e
produção animal

Uberlândia, 24 de setembro de 2025

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Elisa Sant'Anna Monteiro da Silva - FMVZ

Prof. Dra. Renata Lançoni - FMVZ

Dra. Lara Reis Gomes - FMVZ

RESUMO

A endometrite é uma das enfermidades que mais acometem equinos no mundo, sendo a terceira mais comum na espécie. As bactérias são comumente associadas à endometrite, desta forma, os antimicrobianos são rotineiramente utilizados como forma de tratamento. No entanto, o uso corriqueiro e muitas vezes indevido, tem sido motivos de preocupação mundial em saúde pública devido a seleção de cepas multirresistentes. Portanto, neste estudo, objetivou-se identificar e comparar o perfil da microbiota uterina de éguas resistentes, susceptíveis e virgens no momento inicial do estro. A obtenção das bactérias foi realizada por meio de lavado uterino de baixo volume (LUVB), as quais foram cultivadas e isoladas por meio de cultivo tradicional em placas com ágar, coloração de Gram e antibiograma, subsequente identificação das espécies por meio da técnica de MALDI-TOF ou VITEK® 2 COMPACT, seguido de seleção das cepas produtoras de ácido láctico. Foi realizada análise descritiva dos dados, seguido de comparação quanto a ocorrência de culturas positivas e negativas, assim como ocorrência de resistência a antimicrobianos. Não foram identificadas bactérias potencialmente probióticas neste estudo. Ainda, os microrganismos predominantes nos isolados foram: *Escherichia coli*, seguido de *Klebsiella aerogenes* e *Streptococcus spp.* no grupo de éguas resistentes, já no grupo de éguas susceptíveis, *Streptococcus spp.* teve maior predominância em uma análise apenas do gênero dos isolados, seguido de *E. coli*. No grupo de éguas virgens a predominância foi da *E. coli* seguido de *Enterococcus faecalis*. Os isolados bacterianos apresentaram altas taxas de resistência, com destaque para eritromicina e penicilina, para todos os grupos de animais avaliados. Não foram identificadas bactérias com potencial probiótico, mas os resultados reforçam a preocupação com a resistência antimicrobiana e ressaltam a importância do isolamento e identificação bacteriana, bem como a necessidade de novos estudos para caracterizar cepas seguras no tratamento da endometrite equina.

Palavras chave: resistência, antimicrobianos, probióticas.

ABSTRACT

Endometritis is one of the most common diseases affecting horses worldwide, being the third most common in the species. Bacteria are commonly associated with endometritis, so antimicrobials are routinely used as treatment. However, their widespread and often inappropriate use has been a source of global public health concern due to the selection of multidrug-resistant strains. Therefore, this study aimed to identify and compare the uterine microbiota profile of resistant, susceptible, and virgin mares at the onset of estrus. Bacteria were obtained from low-volume uterine lavage (LUVB), which were cultured and isolated using traditional agar plate culture, Gram staining, and antibiogram. Species were subsequently identified using the MALDI-TOF or VITEK® 2 COMPACT technique, followed by selection of lactic acid-producing strains. A descriptive analysis of the data was performed, followed by a comparison of the occurrence of positive and negative cultures, as well as the occurrence of antimicrobial resistance. No potentially probiotic bacteria were identified in this study. Furthermore, the predominant microorganisms in the isolates were *Escherichia coli*, followed by *Klebsiella aerogenes* and *Streptococcus* spp. in the group of resistant mares. In the group of susceptible mares, *Streptococcus* spp. was more predominant in an analysis of the isolates' genus alone, followed by *E. coli*. In the group of virgin mares, *E. coli* predominated, followed by *Enterococcus faecalis*. Bacterial isolates showed high resistance rates, particularly to erythromycin and penicillin, for all groups of animals evaluated. No bacteria with probiotic potential were identified, but the results reinforce concerns about antimicrobial resistance and highlight the importance of bacterial isolation and identification, as well as the need for further studies to characterize safe strains in the treatment of equine endometritis.

Keywords: resistance, antimicrobials, probiotics.

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2024, o Brasil possui um rebanho aproximado de 5.702.602 de cabeças, destacando o estado de Minas Gerais como o maior produtor equino do território nacional. Com o quarto maior rebanho mundial, a equinocultura brasileira vem em uma crescente, ocupando cada vez mais espaço no agronegócio, onde tem grande importância econômica e movimenta cerca de R\$30 bilhões anualmente (CRMV-PB, 2024). Com expectativas promissoras de crescimento, o setor requer ainda mais estudos a respeito da sua produção, em especial as enfermidades reprodutivas para melhor acurácia produtiva.

Visto a importância de maiores estudos acerca do sistema produtivo, a endometrite é uma enfermidade que requer grande atenção, uma vez que é uma das principais causas de infertilidade, subfertilidade ou perdas embrionárias (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023; Cupello, 2023), e, ainda, configura-se como uma das principais alterações que acometem o sistema reprodutivo da espécie e a terceira doença que mais acomete os equídeos no mundo (Cupello, 2023). A endometrite pode ser definida como uma inflamação local da camada mais interna do útero, o endométrio, desencadeada por diversos fatores, sendo esta classificada em: aguda ou crônica, a depender do tempo de acometimento, infecciosa e não infecciosa, dependendo da etiologia (Virendra et al., 2024), persistente pós-cobertura; subclínica; pós-parto e venérea (Kattila, 2016).

Quando se trata dos microrganismos envolvidos na etiologia da endometrite, as bactérias comumente isoladas são: *Streptococcus zooepidemicus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus spp.*, *Taylorella equigenitalis*, *Enterobacter cloacae* e *Proteus spp.*, já nas infecções fúngicas os isolados mais comuns consistem em: *Candida spp.* e *Aspergillus spp.* principalmente (Canisso; Segabinazzi; Fedorka, 2020).

Devido a predominância da endometrite bacteriana, o tratamento geralmente se baseia no uso de antibióticos. No entanto, ao longo do tempo, os microrganismos têm desenvolvido resistência a esses medicamentos, o que resulta em um aumento da sobrevivência microbiana. Dessa forma, a resistência antimicrobiana é uma preocupação global em saúde pública, e o uso impróprio e excessivo dos

antimicrobianos em animais desempenha um papel significativo na seleção de cepas multirresistentes (Kabir et al., 2024).

O uso de métodos alternativos para prevenção e tratamento da endometrite nos dias atuais vem ganhando cada vez mais força, frente ao grave problema de resistência antimicrobiana aos tratamentos tradicionais (Bernabe et al., 2025). Em vacas com endometrite subclínica, a administração intrauterina de *Lactobacillus buchneri* aumentou a taxa de prenhez e reduziu a expressão de fatores pró-inflamatórios endometriais, comparados ao tratamento placebo, indicando efeito benéfico para o ambiente uterino e melhor desempenho reprodutivo (Widera et al., 2018), o que indica que estes microrganismos têm potencial para serem utilizados como métodos alternativos promissores para o tratamento da enfermidade, o que possibilitaria a diminuição do uso de antibióticos.

Em um estudo realizado com éguas saudáveis e com endometrite, foi identificada no grupo de éguas saudáveis a presença abundante de *Brevibacillus brevis* seguido de *Brevibacillus choshinensis* e *Paenibacillus spp* (Virendra et al., 2024). Tal estudo relata que *Brevibacillus* e *Paenibacillus* produzem alguns peptídeos, como gramicidina e tostadina, onde ambos possuem atividade antimicrobiana de amplo espectro (Virendra et al., 2024). Diante disso, é sugestivo que o microbioma tem um papel importante no mecanismo de defesa uterina e consequentemente na fertilidade das éguas. A interação entre diferentes microorganismos e não apenas a presença unicamente de uma espécie pode desempenhar um papel fundamental na manutenção da saúde do útero. Ainda, a descoberta do perfil metagenômico de éguas subférteis e inférteis, implica positivamente no tratamento da endometrite, uma vez que, com a descoberta do perfil pode-se realizar o restabelecimento do microbioma residente com o uso de bactérias com potenciais probióticos (Virendra et al., 2024).

Desta forma, objetivou-se, com esse trabalho, identificar e comparar bactérias da microbiota uterina equina, incluindo as potencialmente probióticas, em três grupos de éguas: susceptíveis à endometrite, aquelas que apresentavam histórico de falhas reprodutivas recorrentes; resistentes e férteis, que já foram cobertas e/ou passaram por manipulação reprodutiva, mas que conseguem ficar prenhe, levar a gestação a termo e entregar produtos e éguas virgens, foram aquelas que nunca foram manipuladas reprodutivamente ou cobertas por garanhão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Endometrite equina

A inflamação do endométrio é uma das principais causas de infertilidade ou subfertilidade em éguas. O processo inflamatório no endométrio pode resultar em alterações que comprometem a capacidade de concepção, levando a baixas taxas de fertilidade e a perdas embrionárias precoces. Além disso, gera elevados custos de produção, incluindo diagnósticos, tratamentos e tentativas frustradas de reprodução em éguas afetadas. Essas questões resultam em perdas significativas para a indústria equina (Papa et al., 1998; Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020; De Matos et al., 2021; Franco, 2023; Virendra et al., 2024).

A endometrite pode se apresentar em caráter agudo, crônico e/ou degenerativo. Após a cobertura ou inseminação artificial, éguas apresentam um quadro de inflamação fisiológica, que é essencial para a eliminação de impurezas e do sêmen, os quais são reconhecidos como sendo não pertencentes ao organismo. Esse processo de limpeza é fundamental para que o ambiente uterino permaneça receptivo ao embrião (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023). Apesar disso, alguns animais são incapazes de driblar essa inflamação dentro do tempo adequado (24 - 48h), e assim desenvolvem endometrite persistente pós-cobertura ou inseminação, podendo estar ou não associado à infecção microbiana (Silva; Blume; Oliveira, 2014; Franco, 2023). Esta alteração pode ainda ser induzida por doenças sexualmente transmissíveis (Vilhena, 2020), infecção bacteriana ascendente pós-parto ou procedimentos ginecológicos realizados de forma inadequada e com má higienização (De Mattos et al., 2021; Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

A endometrite em caráter cronificado leva a um quadro degenerativo do órgão, uma situação irreversível que exclui o animal da vida reprodutiva e consequentemente leva ao descarte de éguas. Assim, a endometrite contribui negativamente para o sucesso reprodutivo, bem-estar animal e a produção equina, de modo geral (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

É importante destacar que o útero não é um ambiente estéril, visto que abriga populações de microrganismos que estão presentes de forma fisiológica neste local. Todavia, fisiologicamente, este órgão possui mecanismos de defesa eficientes que garantem sua saúde e funcionalidade reprodutiva, contando com a maquinaria do sistema imunológico. Quando microrganismos adentram o útero, ocorre a ativação

do sistema imune, resultando em um rápido influxo de neutrófilos, imunoglobulinas e proteínas séricas, que promovem a fagocitose dos microrganismos. A anatomia e a conformação do trato reprodutivo são fundamentais, consistindo principalmente em três componentes: barreiras físicas, sistema imunológico inato e depuração uterina mecânica (Ferris, 2017).

As barreiras físicas, que incluem a vulva, cervix e esfíncter vagino-vestibular, atuam como uma defesa contra a entrada de microrganismos. A depuração mecânica uterina é o último recurso de defesa contra a endometrite bacteriana e produtos inflamatórios (Chaves, 2011; Ferris, 2017). A falha em qualquer um desses mecanismos pode comprometer a saúde do órgão. Ainda, alterações na conformação do períneo podem favorecer a entrada de impurezas, microrganismos e ar (pneumovagina), especialmente quando há abertura do períneo (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

Ademais, as bactérias possuem formas para debelar o sistema imune, caso consigam ultrapassar os demais mecanismos de defesa. Estas, possuem a capacidade de viver em dois estilos de vida diferentes, sendo eles: estado platônico, que são células bacterianas únicas que estão livremente em suspensão ou estado de biofilme, que nada mais são do que uma comunidade microbiana multiespécie, na qual este último, é o estilo de vida mais prevalente nas últimas décadas (Ferris, 2017).

Visto isso, a formação de biofilmes por microrganismos representa um grande desafio para a defesa uterina contra infecções, pois essa formação pode levar o sistema imune a não reconhecer as bactérias como corpos estranhos, predispondo à endometrite infecciosa (Ferris, 2017). A idade dos animais também é um fator relevante, uma vez que, com o avanço da idade, o colo do útero tende a se tornar mais fibroso (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

Além disso, manipulações excessivas e realizadas de forma errônea; a quantidade de gestações, que leva a uma maior flacidez uterina, o próprio semén, proveniente de IA ou cópula e ainda, o pênis do animal, que pode conter sujidades, estando ou não associado à infecção microbiana (Franco, 2023), são fatores que predispõe o desencadear da endometrite. Na pior das hipóteses, alterações degenerativas à endometriose relacionada a processos infecciosos ou avançar da idade das éguas, geram perdas embrionárias significativas, e há limitações na intervenção médica (Kozdrowski; Omyla, 2020).

2.2 Tipos de endometrite

Já é reconhecido que a endometrite tem caráter multifatorial, dessa forma pode-se classificá-la como: persistente pós-cobertura (EPPC); crônica; subclínica; infecciosa; aguda pós-parto e venérea (Katila, 2016). A endometrite pode ser influenciada por uma variedade de fatores predisponentes, resultando em diferentes apresentações clínicas, desde casos sintomáticos até formas assintomáticas. Essa diversidade de manifestações pode dificultar o diagnóstico precoce da condição.

Na endometrite pós-cobertura os sinais clínicos, quando presentes, envolvem; corrimento vulvar e cervical, observados através de exame ginecológico (espéculo vaginal) e acúmulo de líquido uterino detectado pelo exame de ultrassonografia retal (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023). Essa inflamação é causada de modo geral pelo influxo de neutrófilos polimorfonucleares (PMNs), importantes para o mecanismo de defesa fisiológica, em animais hígidos, a inflamação pode durar até 48h, enquanto em éguas suscetíveis à endometrite a inflamação persiste, caracterizando EPPC (Katila, 2016; Canisso; Segabinazzi; Ferdoka, 2020). A duração do processo inflamatório superior a 4 dias pode ser causa de infertilidade, levando a luteólise prematura e liberação de PGF2 α pelo útero e retorno ao cio (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

Como já visto anteriormente, a endometrite crônica pode ser desencadeada por uma variedade de microrganismos, que pode afetar a saúde reprodutiva e o bem-estar geral dos animais. Desta forma compreender as causas e os agentes envolvidos nessa enfermidade é imprescindível para diagnóstico e tratamento eficaz, contribuindo assim para o bem-estar animal.

Dentre as endometrites infecciosas, as bactérias estão dentre as causas mais comumente descritas (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020). Partindo desse pressuposto, a endometrite crônica é causada por microorganismos, onde *S. zooepidemicus*, *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Shigella spp.*, *Bacillus spp.*, *Streptococcus zooepidermicus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* (Katila, 2016; Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020) são frequentemente isolados. Piatti; Mateus; Bacaro (2023), também relatam *Streptococcus equi*, *Pseudomonas aeruginosa* dentre as infecções bacteriana e *Candida spp.* e *Aspergillus spp* às principais causadoras de infecções fúngicas (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020; Piatti;

Mateus; Bacaro, 2023). Embora possa ter se originado da (EPPC), sua ocorrência é independente do estágio do ciclo reprodutivo ou do tempo de acasalamento.

Na endometrite subclínica os sinais clínicos são inaparentes e/ou sutis, apresentando apenas neutrófilos polimorfonucleares (PMNs) na ausência de bactérias, dessa forma pode haver inflamação não infecciosa, irritação ou falha no isolamento de microrganismos presentes (Katila, 2016). Com relação à piometra, esta é um extremo do quadro de endometrite onde uma grande quantidade de conteúdo purulento se acumula no útero (Katila, 2016).

2.3 Diagnóstico

De modo geral, os sinais clínicos comumente observados nos casos de endometrite consistem em: presença de líquido intrauterino (LIU), edema endometrial excessivo ou com apresentações incomuns na ultrassonografia, encurtamento do ciclo estral, vaginite, cervicite, exsudato mucopurulento e perda embrionária precoce. Entretanto, esses achados podem apresentar variações devido à diversidade de fatores causais (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020).

Destarte, para diagnóstico da endometrite equina existem diversos métodos, contudo, não há um que alie a praticidade, baixo custo e agilidade nos resultados, sendo necessário lançar mão de um raciocínio clínico englobando os variados achados no exame ginecológico, o que possibilita maior eficiência no diagnóstico. Visto isso, faz-se necessário um diagnóstico e tratamento preciso, haja vista que uma cronicidade desta enfermidade provoca um processo degenerativo do órgão, denominada endometrite degenerativa crônica ou mais comumente conhecida como endometriose (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020).

Pelo exposto, o diagnóstico baseia-se em: exame ginecológico; histórico geral e reprodutivo; inspeção (conformação vulvar e perineal); palpação retal; ultrassonografia; exame citológico (raspado uterino por meio de escova ginecológica ou swab); cultura bacteriológica; biópsia e lavado uterino de baixo volume, que consiste na infusão estéril de ringer lactato (LR), tampão fosfato salino (PBS) ou soro fisiológico, em volume que varia entre 20 e 250 mL (Katila, 2016). Após a colocação desse volume realiza-se uma massagem por toda extensão dos cornos por cerca de 30 segundos para que espalhe por todo corno e em seguida esse fluido é recuperado com auxílio da gravidade e passado para um tubo falcon estéril (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

Dentre as técnicas apresentadas, a biópsia uterina é considerada o padrão ouro, por detectar tanto a presença de degeneração e/ou inflamação. No entanto, por ser uma técnica invasiva, não é muito praticada na rotina (Katila, 2016). Já o lavado uterino de baixo volume é considerado como um dos mais sensíveis pois se espalha por toda superfície do órgão (Katila, 2016), apresentando resultados melhores comparados à citologia e à cultura.

2.4 Formas de Tratamento

2.4.1 Tratamento Convencional

Nos tratamentos convencionais da endometrite, vários fármacos são empregados, incluindo: drogas ecbólicas, anti-inflamatórios e antimicrobianos, ainda, lavagens uterinas (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023) e correção de defeitos anatômicos (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020; Piatti; Mateus; Bacaro, 2023). As lavagens uterinas podem ser enriquecidas com antissépticos como: iodopovidona; peróxido de hidrogênio; vinagre em infecções fúngicas e mucolíticos como por exemplo, N-acetilcisteína e dimetilsulfóxido (Canisso; Segabinazzi; Fedorka, 2020).

Dentre as causas, as bactérias são as protagonistas das endometrites infecciosas (Rua et al., 2016), o que torna o uso de antimicrobianos uma prática corriqueira no tratamento. Ceftiofur, gentamicina, ticarcilina associado à ácido clavulânico, ampicilina, penicilina procaína, amicacina, penicilina potássica e ticarcilina são as drogas mais comumente utilizadas. Dentre as citadas apenas a amicacina apresenta indicações para uso tópico (infusão intrauterina), o que facilita a seleção de cepas resistentes, desde a escolha errônea do fármaco à posologia. (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020). Todavia, o tratamento por infusão apresenta vantagens pela concentração local do tratamento, sem prejuízos para a microbiota sistêmica (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023).

Ao longo dos anos, o surgimento de colônias multirresistentes vem aumentando de forma considerável, acendendo um alerta às preocupações em saúde pública (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020). Dessa forma, o tratamento antimicrobiano para a endometrite deve ser realizado de maneira criteriosa e não rotineira, e, por isso, algumas diretrizes estabelecem que a prescrição de antibióticos se baseie em sinais clínicos, citológicos, cultura e sensibilidade dos microrganismos aos antimicrobianos (Morris et al., 2020).

2.4.2 Formas alternativas de tratamento

A resistência antimicrobiana (RAM), é um processo que ocorre naturalmente pelos microrganismos para driblar a ação dos antimicrobianos, entretanto, a RAM vem ganhando força pelo uso indevido e excessivo dessas fórmulas terapêuticas (Repik et al., 2022). O uso intensivo de antimicrobianos vem apresentando resultados negativos a nível de saúde pública, uma vez que a forma de utilização vem resultando na seleção de bactérias resistentes, redução na eficácia dos princípios ativos e, assim, permitindo que cepas patogênicas se adaptem ao ambiente competitivo (Carneiro; Silva Filho; Carneiro, 2020). Diante dessa situação, formas alternativas de tratamentos vêm ganhando força para debelar essa resistência.

O uso de ozônio e hemoterapia já vem sendo utilizado de forma complementar aos tratamentos convencionais (Piatti; Mateus; Bacaro, 2023). Ademais, o uso dos probióticos na prevenção e tratamento cresce cada vez mais, visto a crescente na prevalência de resistência. Estudos recentes mostraram que bactérias ácido lácticas possuem propriedades que promovem supressão à patógenos, como *E. coli* e *Streptococcus equi* subespécie *zooepidemicus* (Bernabe et al., 2025).

A produção de biofilmes é uma maquinaria que as bactérias lançam mão para a sua sobrevivência e essa formação faz com que esses microorganismos não sejam reconhecidos como estranhos para o sistema imune do hospedeiro e ainda evitam a exposição a antibióticos permitindo a troca de material genético levando à resistência antimicrobiana (Ferris, 2017). Desta forma as proteínas secretadas e os metabólitos produzidos por probióticos, como *Lactobacillus acidophilus* (LA) e *Lactiplantibacillus plantarum* (LP), incluindo ácidos orgânicos, bacteriocina, enzimas e álcoois pode promover um ambiente inóspito para a microbiota patogênica, reduzindo o pH e a produção de compostos antimicrobianos (Bernabe et al., 2025). Todas essas substâncias provenientes dos probióticos podem promover a ruptura das paredes celulares bacterianas, fazendo com que não haja a formação de biofilmes e prevenção da adesão de patógenos (Bernabe et al., 2025).

2.5 Probióticos como tratamento alternativo

Como já exposto, ao que diz respeito à preocupação acerca da indução a resistência bacteriana e a seleção de cepas multirresistentes à eficácia dos princípios ativos utilizados, tanto na medicina humana quanto na medicina veterinária, surgem então linhas de pesquisas por métodos alternativos aos antimicrobianos para tratamentos. Dentre estes, o uso de probióticos vêm sendo cada vez mais pesquisados, tendo em vista a busca por formas alternativas de substituição ou complementação dos tratamentos com antibióticos. Uma dessas alternativas são bactérias do ácido láctico isoladas do hospedeiro (Silva et al., 2024).

Os lactobacilos Gram-positivos possuem características de produção de ácido acético e láctico, peróxido de hidrogênio e bacteriocinas que detêm a capacidade de supressão de bactérias patogênicas. Na medicina humana o uso de lactobacilos é empregado como alternativa aos antimicrobianos no tratamento de vaginose bacteriana (Petter et al., 2018).

O estudo de Gärtner et al. (2015) identificou a presença de *Lactobacillus* em útero de vacas saudáveis e avaliou seus efeitos sobre a resposta inflamatória de células epiteliais endometriais bovina *in vivo*, foram isoladas e caracterizadas diferentes espécies de lactobacilos, como, *Lactobacillus buchneri*, *ruminis* e *amylovorus* a partir de amostras uterinas de vacas saudáveis, essas amostras foram co cultivadas onde foi possível verificar a expressão de fatores pró-inflamatórios e imunoestimuladores pelos *Lactobacillus ruminis*; *amylovorus* que aumentaram significativamente a expressão de interleucinas sendo elas: IL1A; IL6; IL8; PTGS2 e ainda a liberação de IL8 e PGF2 α . Nesse estudo o *Lactobacillus buchneri* não apresentou alterações significativas na expressão ou liberação desses fatores, esses resultados mostram que a presença desses microrganismos presentes no útero podem atuar como imunomoduladores expressando resposta inflamatória moderada sem danos celulares e ainda corroboram com o papel benéfico a saúde uterina.

Um estudo conduzido por Petter et al. (2018) avaliou a administração intrauterina de *Lactobacillus buchneri* sobre o desempenho reprodutivo e a expressão de mRNA endometrial pró-inflamatórias de vacas clinicamente saudáveis ou com endometrite subclínica, onde percebeu-se que tal microrganismo possui potencial probiótico no útero bovino, modulando a resposta imune e

consequentemente o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. Ainda em bovinos, foram avaliados os potenciais probióticos *in vitro* de 28 cepas de *Lactobacillus spp.*, isoladas da vagina de vacas leiteiras, demonstrando resultados satisfatórios na prevenção de distúrbios urogenitais em vacas (Laurencio-Silva et al., 2017).

Ainda, Silva et al. (2024) conduziram um estudo em que foram isoladas 257 cepas bacterianas de 77 éguas saudáveis, onde 88,76% (228) dessas cepas foram classificadas como bactérias probióticas/bactérias ácido lácticas. Dentre esses grupos 65,79% tiveram potencial de inibir pelo menos uma cepa de cada um dos gêneros que mais estão envolvidos nas causas de endometrite equina bacteriana, são elas, *S. zooepidemicus*, *E. coli* e *Staphylococcus spp.* No entanto, os autores sugerem que são necessários mais estudos para assegurar o potencial biotecnológico das cepas, para assim desenvolver uma fórmula probiótica para prevenir a endometrite equina.

Desta forma, pesquisas acerca do uso de probióticos na endometrite equina ainda devem ser desenvolvidas, fazendo uma caracterização precisa da microbiota uterina, assim como as bactérias envolvidas na endometrite infecciosa, objetivando garantir a segurança e eficácia quanto ao uso das formulações probióticas no tratamento e prevenção da enfermidade garantindo a manutenção da saúde uterina das éguas.

2.6 Microbiota uterina

Já em posse do conhecimento de que o útero das éguas não é um ambiente estéril, faz-se necessário o conhecimento dos microrganismos existente nesse ambiente, tanto em animais hígidos quanto em animais com histórico de infertilidade, para que assim possam ser tomadas decisões mais assertivas quanto ao tratamento da endometrite bacteriana.

Holyoak et al. (2022), em seu estudo realizado em Oklahoma, Louisiana, Austrália e Centro-Oeste dos Estados Unidos, descreve que de modo geral, *Lactobacillus spp.*, *Escherichia/Shigella spp.*, *Streptococcus spp.*, *Blautia*, *Staphylococcus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Acinetobacter spp.* e *Peptoanaerobacter spp.* são as principais componentes da microbiota uterina equina.

Segundo Virendra et al. (2024), a microbiota uterina é dinâmica, possuindo diferenças notáveis, na qual em éguas saudáveis há presença predominante de

algumas colônias bacterianas e em situações que, por algum motivo, ocorre uma disbiose as colônias bacterianas residentes são alteradas, desencadeando o surgimento da endometrite (Gil-Miranda et al., 2024).

No estudo de análise metagenômica conduzido por Virendra et al. (2024), realizado em Maharashtra na Índia, revelou que em éguas saudáveis, as colônias predominantes são do filo *Firmicutes*; classe *Bacilos*; ordem *Bacillales*; família *Paenibacillaceae* e gêneros *Brevibacilo* e *Paenibacillus*. Em contrapartida, em éguas com endometrite os níveis taxonômicos patogênicos predominantes são do filo *Proteobactérias*; classe *Gammaproteobactérias*; ordem *Enterobacteriales*; família *Enterobacteriaceae* e gênero *Escherichia*; *Salmonella* e *Klebsiella* (Virendra et al., 2024).

Um estudo conduzido por Guo et al. (2025) realizado em Oklahoma nos Estados Unidos, comparou a microbiota endometrial de éguas saudáveis e com endometrite crônica (CE), diagnosticadas baseadas em duas falhas reprodutivas e exames clínicos, foram utilizadas 26 animais, 13 saudáveis e 13 com CE. As coletas foram realizadas por lavagem uterina e as análises consistiram em sequenciamento 16S rRNA e bioinformática. Neste estudo, foi observado que éguas com endometrite crônica possui disbiose na diversidade bacteriana, com predominância de *Burkholderia* e *Chlamydia*, em contrapartida éguas saudáveis apresentaram predominância de *Clostridium* e *Roseburia* e uma simbiose da microbiota uterina, concluindo a influência da disbiose na endometrite crônica. Ainda, este estudo reforça a importância do sequenciamento para identificação desses microrganismos, melhor condução do tratamento e redução do uso de antibióticos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Animais

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Utilização Animal (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), sob protocolo nº 23117.048127/2025-64. As éguas utilizadas foram provenientes do Setor de Equídeos da Universidade Federal de Uberlândia (Sequi-UFU) situado na Fazenda Experimental do Campus Glória e haras da região de Uberlândia.

Foram selecionados 12 animais na fase cíclica, com idade entre 2,5 e 15 anos, pesando entre 350 e 500 kg. Dos 12 animais, 4 eram susceptíveis à

endometrite, 5 eram resistentes e férteis e 3 eram virgens. Para o experimento realizou-se anamnese para avaliação do histórico clínico, onde teve-se o objetivo de coletar informações da ocorrência ou não de endometrite e ainda confirmar a ciclicidade por meio de ultrassonografia transretal (presença de folículo pré-ovulatório e/ou corpo lúteo), por onde também é possível detectar sinais de endometrite.

Após a seleção os animais foram divididos em três grupos (G1; G2 e G3), de acordo com as seguintes características:

- G1(n=4): Éguas susceptíveis à inflamação, são aqueles animais que em seu histórico, apresentaram endometrite clínica recorrente.
- G2 (n=5): Éguas resistentes e férteis, são éguas que já foram expostas a sêmen e/ou outros contaminantes e mesmo assim não apresentaram endometrite clínica e/ou produziram embriões tornando-se gestantes.
- G3 (n=3): Éguas virgens, animais em que na análise do seu histórico não apresentam evidências de cobertura ou inseminação, sendo o grupo controle, por não terem sido expostas a contaminantes externos.

3.2 Lavado uterino de baixo volume

As amostras de lavado foram obtidas em todas as éguas no início da fase de estro, quando os folículos estavam medindo aproximadamente 28 a 32 mm e edema endometrial com grau entre 1,5 - 2.

Foi realizada higienização no períneo e vulva com sabão neutro duas ou mais vezes, de acordo com a necessidade e após secagem da região com papel toalha. Para infusão e recuperação do líquido foram utilizadas duas sondas; uma sonda uterina de silicone nº36 esterilizada introduzida via transcervical e uma sonda nasogástrica longa humana nº16 introduzida no útero por meio da sonda uterina. Após a passagem, a sonda uterina era retirada, permanecendo apenas a sonda nasogástrica no útero, assim o líquido infundido tinha contato apenas com o útero, não havendo contaminação com a vagina do conteúdo recuperado.

Foi introduzido volume de 250 ml de ringer lactato no útero e recuperado, após passados 1 a 2 minutos em contato com o endométrio, por ação da gravidade

na própria embalagem da solução. Após o procedimento, foi realizada uma avaliação ultrassonográfica para confirmar a recuperação do líquido. Em seguida a embalagem foi vedada e encaminhada para o Laboratório de Doenças Infectocontagiosas da UFU (LADOC-UFU) onde foram analisadas e processadas.

3.3 Cultivo e isolamento

Da amostra total homogeneizada (250 mL), foram retiradas 10 ml e colocadas em tubo falcon estéril contendo 10 ml de caldo Brain Heart Infusion (BHI) e outros 10 ml em tubo falcon contendo 10 ml de caldo de Man, Rogosa e Sharpe (MRS), para pré-enriquecimento dos microrganismos contidos no lavado uterino. Essas soluções foram incubadas em estufa bacteriológica a 37°C. Ao transcorrer 24h de incubação, se constatada turvação do caldo BHI e MRS, era utilizada alça bacteriológica para replicar aproximadamente 10 microlitros da solução caldo + lavado (homogeneizados) em placas de ágar. Caso os caldos não turvassem em 24h, eles eram deixados por mais 24h em estufa para que o cultivo em ágar fosse realizado ou constatássemos o resultado negativo para o crescimento bacteriano.

A amostra pré-enriquecida em caldo BHI era estriada em placas de ágar MacConkey e ágar sangue, que foram incubadas em condição de aerobiose por no mínimo 24h e no máximo 48h, em estufa bacteriológica a 37°C. As amostras em caldo MRS foram estriadas em placas de ágar MRS em aerobiose, em microaerofilia e em profundidade sob anaerobiose, também incubadas em estufa por 24 a 48h, para constatação da ausência ou crescimento bacteriano. Após o tempo de incubação, as placas foram analisadas para verificar o crescimento de microrganismos.

As colônias bacterianas foram identificadas pela coloração de Gram e repicadas para obter colônias puras. Depois realizou-se a identificação por meio da técnica de MALDI-TOF ou VITEK. Também foram identificadas quanto à resistência antimicrobiana por meio do Kirby-Bauer (método de difusão em disco). Neste método, uma pequena quantidade de bactéria foi homogeneizada em solução salina (0,85%), até a turvação, seguido de estriamento em placa de Mueller-Hinton em quatro direções com auxílio de swab. Subsequente distribuímos discos de antibióticos (amicacina, ceftiofur, ceftriaxona, enrofloxacin, eritromicina, gentamicina, penicilina, sulfazotrim e tetraciclina), em seguida essa placa foi

incubada em estufa bacteriológica por 24h em temperatura de 37°C. Após a incubação foi realizada a leitura dos diâmetros de inibição utilizando uma régua escolar, posicionada no centro do disco.

3.4 Análise de dados

Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel® (Microsoft Office 365 Software, Redmond, WA, EUA). Foi realizada análises descritivas dos dados, seguido de comparação quanto a ocorrência de culturas positivas e negativas, assim como ocorrência de resistência a antimicrobianos.

4. RESULTADOS

Neste estudo foram encontrados diferentes gêneros e espécies bacterianas existentes na microbiota uterina, variando entre Gram-negativas e Gram-positivas; cocos; bacilos e cocobacilos.

De modo geral, neste presente estudo, conseguimos fazer o isolamento bacteriano de todos os animais amostrados, obtendo um total de 26 isolados. *E.coli* foi o isolado mais predominante, apresentando 38,47% das colônias isoladas, seguido de *Streptococcus spp.*, com 26,92%, *Enterococcus faecalis* 11, 53% e *Klebsiella aerogenes* 7,70%. Ainda, em uma análise geral dos isolados nos três diferentes grupos temos, no grupo das éguas resistentes uma representação de 30,8% dos isolados, nas susceptíveis 30,8% e no grupo das éguas virgens uma porcentagem de 38,4% dos isolados.

Como já visto, entre os achados, *Escherichia coli*, bacilo Gram negativa, foi a espécie que teve predominância na microbiota encontrada, havendo crescimento em diferentes condições de cultivo e presente nos três diferentes grupos. Seguido dos cocos Gram-positivos, onde houve prevalência principalmente de *Streptococcus spp* (37,5%) no grupo de éguas suceptíveis e *Enterococcus spp* (30%) no grupo de éguas virgens, sendo ainda a *E. coli* a mais dominante neste grupo (50%), conforme (Quadro 1).

Quadro 1: Colônias isoladas de lavados uterinos de éguas e suas respectivas porcentagens de prevalências dentro dos diferentes grupos de animais.

	Colônias	Nº de colônias identificadas e (% encontrada no grupo)
Resistentes (n=5)	<i>E. coli</i>	3 (37,5)
	<i>Klebsiella aerogenes</i>	2 (25)
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i> <i>spp. Equisidimilis</i>	1 (12,5)
	<i>Streptococcus uberis</i>	1 (12,5)
	<i>Citrobacter amalonaticus</i>	1 (12,5)
	Total	8 (100)
Susceptíveis (n=4)	<i>E. coli</i>	2 (25)
	<i>Streptococcus gallolyticus</i>	2 (25)
	<i>Salmonella enterica spp.</i> <i>Diarizonae</i>	1 (12,5)
	<i>Pasteurela aerogenes</i>	1 (12,5)
	<i>Streptococcus thoralensis</i>	1 (12,5)
	<i>Staphylococcus schleiferi</i>	1 (12,5)
	Total	8 (100)
Virgens (n=3)	<i>E. coli</i>	5 (50)
	<i>Enterococcus faecalis</i>	3 (30)
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i> <i>spp. Equisidimilis</i>	1 (10)
	<i>Streptococcus lutetiensis</i>	1 (10)
	Total	10 (100)

Os resultados de perfil de sensibilidade antimicrobiana encontram-se no Quadro 2. Dentre as bases de antibióticos utilizadas nos testes de antibiograma neste estudo, as bactérias apresentaram maior porcentagem de resistência à eritromicina e a penicilina. Em contrapartida, as bactérias foram mais sensíveis ao sulfazotrim, amicacina, ceftiofur, ceftriaxona e tetraciclina. Ainda, a enrofloxacin apresentou maior porcentagem de sensibilidade no grupo de éguas virgens e a ceftriaxona neste grupo mostrou-se porcentagens de sensibilidade e resistência equilibradas.

Quadro 2: Perfil de resistência antimicrobiana representado em porcentagem da sensibilidade dos microrganismos isolados nos diferentes meios de cultivo, à ação dos antibióticos comumente usados na medicina veterinária equina. Os grupos tiveram números de amostras isoladas variados, para os diferentes meios de cultivos utilizados, sendo n= 11 no grupo de éguas resistentes; n= 11 no de susceptíveis; e n= 9 no de virgens.

ANTIBIÓTICOS	RESISTENTES (n=5)		SUSCEPTÍVEIS (n=4)		VIRGENS (n=3)	
	%SENSÍVEL	%RESISTENTE	%SENSÍVEL	%RESISTENTE	%SENSÍVEL	%RESISTENTE
AMICACINA	72,72	27,28	91,0	9,0	77,78	22,22
CEFTIOFUR	91,0	9,0	82,0	18,0	66,67	33,33
CEFTRIAXONA	91,0	9,0	82,0	18,0	55,56	44,44
ENROFLOXACINA	72,72	27,28	63,63	36,37	88,89	11,11
ERITROMICINA	9,0	91,0	18,19	81,81	22,22	77,78
GENTAMICINA	72,72	27,28	72,72	27,28	77,78	22,22
PENICILINA	18,0	82,0	36,37	63,63	11,11	88,89
SULFAZOTRIM	91,0	9,0	91,0	9,0	77,78	22,22
TETRACICLINA	72,72	27,28	81,81	18,19	77,78	22,22
-	-	-	-	-	-	-

5. DISCUSSÃO

No presente estudo, a partir do isolamento bacteriano realizado dos lavados uterinos, foi encontrada uma diversidade de microrganismos, com predominância de bacilos gram - negativos, nos grupos de éguas resistentes e virgens, seguido de cocos positivos, que teve predomínio no grupo de susceptíveis.

Nas atuais condições de identificação de microrganismos utilizadas neste estudo, pelo método tradicional, não foi possível identificar bactérias com potencial

probiótico. Embora tenhamos identificado *Enterococcus spp* neste estudo, este gênero bacteriano possui espécies que não apresentam propriedades benéficas e outras potencialmente probióticas, que produzem ácido láctico; inibe outros microrganismos patogênicos da endometrite; promove agregação e adesão a células epiteliais equina como o *Enterococcus faecium*; *E. hirae* e *E.gallinarum* (Silva et al., 2024). Diante disso, o *Enterococcus faecalis* encontrado neste presente estudo, não apresenta propriedades probióticas descritas na literatura.

No grupo de éguas resistentes à endometrite, houve predomínio de isolados de *E. coli* (37,5%), seguido de *Klebsiella aerogenes* (25%) e *Streptococcus spp* (25%) foram as colônias com maior percentual de isolados identificados. Entre as éguas susceptíveis, a *E. coli* (25%) teve um percentual de isolados menor que os isolados de *Streptococcus spp* (37,5%), em uma análise sem distinção de espécie. O aumento de isolados deste microrganismo dentro deste grupo pode ser explicado pelo fato de ser o mais comumente isolados na endometrite infecciosa (Virendra et al., 2024; Gil-Miranda et al., 2024).

Já no grupo das éguas virgens, a *E. coli* (50%), se manteve predominante, seguida de *Enterococcus aerogenes* (30%) e *Streptococcus spp* (20%). Estudos realizados com amostras de esfregaços vaginais de éguas saudáveis, realizados durante o ciclo estral, a *E.coli* se mostrou a colônia mais comum nos isolados, sendo o microrganismo predominante (Gil-Miranda et al., 2024). Em contrapartida, outro estudo realizado por Gil-Miranda et al (2024), em que compararam a microbiota uterina e vaginal de éguas virgens saudáveis, não foram encontradas *E. coli* em alta abundância nas amostras vaginas e uterinas. Ainda este estudo descreve que embora os táxons pertencentes à família *Streptococcaceae* e *E. coli* serem residentes no trato reprodutivo equino, estes são potenciais patógenos reprodutivos associados à endometrite, sugerindo que alguns microrganismos associados a doenças são habitantes normais do trato reprodutivo equino. Contudo, sob certas condições, como de inflamação associada à inseminação, cepas específicas dessas famílias bacterianas podem colonizar o útero e provocar endometrite infecciosa. Surgindo assim a importância das cepas probióticas, que gera um ambiente favorável e harmônico às cepas benéficas.

Os achados nos testes de sensibilidade aos antibióticos é algo preocupante, a microbiota isolada neste estudo se mostrou resistente aos principais antibióticos utilizados na medicina veterinária. De modo geral a eritromicina e a penicilina foram

os fármacos que apresentaram maiores índices de resistência microbiana. Em uma análise detalhada por grupo, as éguas resistentes, a eritromicina seguido da penicilina permaneceram os fármacos com maior índice de resistência e alta sensibilidade ao ceftiofur; ceftriaxona e sulfazotrim, já no grupo das susceptíveis o cenário apresentou algumas mudanças, onde a amicacina seguido do sulfazotrim; ceftiofur; ceftriaxona e tetraciclina, respectivamente apresentaram maior sensibilidade, no entanto a resistência manteve-se seus maiores índices à eritromicina e a penicilina. Ainda, no grupo das éguas virgens ainda encontramos mudanças nestes perfis, neste, a eritromicina e a penicilina foram as drogas de que apresentaram maiores resistência, já a sensibilidade apresentou-se frente à enrofloxacin, seguido da amicacina; gentamicina; sulfazotrim e tetraciclina, que apresentaram as mesmas porcentagens, no teste realizado com a ceftriaxona neste grupo, a mesma apresentou-se uma porcentagem equilibrada entre sensibilidade e resistência. Vale ressaltar, que este grupo foi o que recebeu o menor número de animais para o estudo, o que justifica as maiores variações dos resultados.

Os resultados de colônias que apresentaram alta sensibilidade, mostrando que ainda há drogas efetivas para o tratamento terapêutico, contudo, o uso recorrente e errôneo destes, a tendência é de geração de cepas multirresistentes com o passar do tempo, fazendo-se necessário o uso de formas alternativas para essa finalidade.

Um estudo realizado na Alemanha por Köhne et al. (2024), entre os anos 2018 e 2020, avaliou microrganismo potencialmente patogênicos, bem como a ocorrência de multirresistência microbiana, foi avaliadas 28.887 amostras endometriais de éguas na qual 25,9% tiveram crescimento positivo. Dentre os microrganismos isolados *Streptococcus β -hemolíticos* (79,7%) e *Escherichia coli var. haemolytica* (5,2%) foram as espécies mais frequentemente isoladas. No perfil de sensibilidade o *Streptococcus spp.* apresentou 100% de sensibilidade à penicilina, já a *E. coli* foi 96,2% sensível à gentamicina. A β -lactamase de espectro estendido positivos e o *Staphylococcus aureus* resistentes à meticilina somaram 3,1% dos isolados positivos, ao final do estudo não houve aumento desses números, ainda, a resistência se manteve estável.

No estudo de Rathbone et al. (2023), foram analisados 18.996 swabs endometriais dos quais 30,5% apresentaram crescimento bacteriano, o teste de sensibilidade antimicrobiana foi realizado em 2.091 isolados, representando 1.924

swabs de 1.370 éguas de 132 instalações, os isolados mais frequentes foram de *Streptococcus β -hemolítico* BHS (52,5%) e *E. coli* (25,8%). Foi observado aumento da resistência à oxitetraciclina; enrofloxacin e nitrofurazona, mas redução de resistência frente a trimetoprim-sulfametoxazol, pelo BHS, já a *E.coli* houve aumento da resistência a nitrofurazona e redução na resistência à gentamicina e trimetoprim-sulfametoxazol. Ainda, o BHS mostrou-se sensibilidade de 99,6% para penicilina e a *E.coli* sensibilidade de 81,7% para a gentamicina, e ceftiofur manteve-se eficiente.

Em ambos estudos, o perfil de resistência não mostrou aumentos significativos da resistência antimicrobiana durante o período de estudo, contudo reforçam a importância do monitoramento contínuo desse cenário, de resistência antimicrobiana na produção de equina e ainda uso responsável de antimicrobianos.

Em contrapartida, um estudo realizado no Iraque por Alfatlawy. (2025) avaliou 17 águas árabes com histórico de falhas reprodutivas persistentes onde foi diagnosticado endometrite crônica em 29,4% das éguas. Foi observado graus de espessamento variados da parede uterina; leve (58,82%), moderado (11,76%) e grave (29,41%), com exame ultrassonográfico, para o estudo foram coletadas amostras da fossa clitoriana, seios clitorianos e colo uterino, os isolados foram identificados por Vitek Compact, revelando predominância de *Escherichia coli* (76,47%), seguido de *Streptococcus spp.* (11,76%) e ainda ocorrência infecções mistas com 11,76% dos casos. Ambos os microrganismos apresentaram alta resistência a vários antimicrobianos, como foi o caso das penicilinas, contudo ainda apresentou sensibilidade significativa aos antibióticos β -lactâmicos e alguns fármacos fluorquinolonas selecionados. Concluiu-se com esse estudo que a *E. coli* foi o principal patógeno associado à endometrite pós-cobertura em éguas árabes, reforçando a importância do tratamento direcionado pela cultura bacteriana, racionalizando o uso de antibióticos frente altos índices de resistência antimicrobiana. Ainda, sugerem que a resistência de microrganismos podem ser moldados por tendências globais do uso de antibióticos e ainda por práticas regionais específicas, reforçando a importância do cuidado com a higiene de éguas reprodutoras.

A quantidade de animais utilizados para essa pesquisa foi um número pequeno, o que reduz a probabilidade de isolamento dessas espécies probióticas. Ainda, os meios e testes utilizados neste estudo não foram os mesmo utilizados em

pesquisas que isolaram esses microrganismos, os mesmos utilizaram sequenciamento 16S para essa finalidade, concomitante com outros testes, como os estudos de Gärtner et al., 2015; Virendra et al., 2024; Guo et al., (2025), que não realizamos, o que justifica o não isolamento destes microrganismos neste estudo.

Diante do exposto, a busca pela identificação da microbiota uterina equina se faz importante, visto que, estudos mostraram que a maior parte dos microrganismos envolvidos na endometrite são residentes naturais do útero, contudo sob fatores que provocam disbiose expressam seu potencial patogênico. Ainda, com este conhecimento é possível direcionar o tratamento de forma mais assertiva, deixando de lado o tratamento às cegas ou baseados em experiências pessoais, na qual, esse uso empírico dos antimicrobianos, sem cultura e testes de sensibilidade (antibiograma), faz com que o tratamento com estas drogas sejam ineficazes, e assim favorecendo a seleção de cepas multirresistentes. Além disso, o conhecimento do perfil de resistência microbiana faz-se importante como fator prognóstico. Por fim, a identificação de microrganismos probióticos vem se tornando cada vez mais importante como fonte alternativa de tratamento, gerando um ambiente mais favorável aos microrganismos benéficos com maior diversidade e harmonia (simbiose), (Díaz-Bertrana et al., 2021;

6. CONCLUSÃO

Embora o isolamento de bactérias potencialmente probióticas não tenha sido alcançado, os resultados deste estudo norteiam e reforçam a preocupante situação quanto à resistência antimicrobiana, às bactérias comumente isoladas e a importância do isolamento, antibiograma e identificação das colônias. Diante disso, mais estudos de caracterização e sequenciamento devem ser realizados para identificação de cepas e/ou espécies potencialmente probióticas e seguras para o tratamento da endometrite equina.

REFERÊNCIAS

- ALFATLAWY, Hella J. Microbial profile of post-breeding endometritis in Arabian mares from the Al-Hira District, Iraq. **Open Veterinary Journal**, v. 15, n. 8, p. 3670-3670, 2025.
- BERNABE, Maria Clara Mendes et al. Equine endometrial bacteria inhibition by metabolite and extracellular vesicles of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactiplantibacillus plantarum*. **Veterinary Research Communications**, v. 49, n. 1, p. 61, 2025.
- CANISSO, IF; SEGABINAZZI, LGTM; FEDORKA, CE. Persistent Breeding-Induced Endometritis in Mares - a Multifaceted Challenge: From Clinical Aspects to Immunopathogenesis and Pathobiology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 4, p. 1432, 2020. DOI: 10.3390/ijms21041432.
- CARNEIRO, Gustavo Ferrer; DA SILVA FILHO, Antonio Brito; CARNEIRO, Luiza Campelo. Endometritis in mares: diagnosis and conventional and/or alternative treatments. **Journal article (Conference paper): Ciência Animal, 2020, Vol. 30.**
- CHAVES, Maria Manoela Barata de Castro. **Estudo da microbiota vaginal de éguas com ênfase na pesquisa de lactobacilos.** 2011.
- CUPELLO, Frederico dos Santos et al. Caracterização da microbiota uterina e análise citológica de éguas em diferentes idades. 2023. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/19873>
- CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DA PARAÍBA. Brasil tem o 4º maior rebanho equino do mundo: setor movimenta R\$ 30 bilhões. Disponível em: <https://www.crmvpb.org.br/brasil-tem-o-4a-maior-rebanho-equino-do-mundo-setor-movimenta-r-30-bilhoes/>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- CARVALHO, Inês B. et al. Characteristics of the Mare-Uterine-Culture-Based Bacterial Composition Using Practical Clinical Evaluation Methods. **Pathogens**, v. 14, n. 4, p. 357, 2025.
- DE MATTOS, Felipe Sperandio et al. Efeito da antissepsia da genitália externa sobre a microbiota da fossa clitoriana, vestibulo e útero de éguas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 15161-15167, 2021.
- DÍAZ-BERTRANA ML, Deleuze S, Pitti Rios L, Yeste M, Morales Fariña I, Rivera Del Alamo MM. Microbial Prevalence and Antimicrobial Sensitivity in Equine Endometritis in Field Conditions. **Animals (Basel)**. 2021 May 20;11(5):1476. doi: 10.3390/ani11051476. PMID: 34065566; PMCID: PMC8160901.
- FERRIS, Ryan A. Current understanding of bacterial biofilms and latent infections: A clinical perspective. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 41, p. 74-80, 2017.
- FRANCO, Lavínia de Aquino. Endometrite equina: revisão de literatura. 2023. Disponível em: <https://www.repositorio.unesp.br>

GÄRTNER MA, Bondzio A, Braun N, Jung M, Einspanier R, Gabler C. Detection and characterisation of *Lactobacillus* spp. in the bovine uterus and their influence on bovine endometrial epithelial cells in vitro. **PLoS One**. 2015 Mar 24;10(3):e0119793. doi: 10.1371/journal.pone.0119793. PMID: 25803719; PMCID: PMC4372290.

GIL-MIRANDA, Ana et al. Reproductive Tract Microbiota of Mares. **Veterinary Sciences**, v. 11, n. 7, p. 324, 2024.

GIL-MIRANDA A, Caddey B, Orellana-Guerrero D, Smith H, Samper JC, Gomez DE. Vaginal and Uterine Microbiota of Healthy Maiden Mares during Estrus. **Vet Sci**. 2024 Jul 18;11(7):323. doi: 10.3390/vetsci11070323. PMID: 39058007; PMCID: PMC11281598.

GUO L, Holyoak GR, DeSilva U. Endometrial microbiome in mares with and without clinical endometritis. **Front Vet Sci**. 2025 Aug 1;12:1588432. doi: 10.3389/fvets.2025.1588432. PMID: 40822659; PMCID: PMC12355929.

HOLYOAK, G. R. et al. The healthy equine uterus harbors a distinct core microbiome plus a rich and diverse microbiome that varies with geographical location. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 14790, 2022.

IBGE.GOV.BR. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/equinos/br> Acesso em: 29 set. 2025.

KABIR, Ajan et al. Antimicrobial Resistance in Equines: A Growing Threat to Horse Health and Beyond—A Comprehensive Review. **Antibiotics**, v. 13, n. 8, p. 713, 2024.

KATILA, Terttu. Evaluation of diagnostic methods in equine endometritis. **Reproductive Biology**, v. 16, n. 3, p. 189-196, 2016.

KÖHNE M, Hegger A, Tönissen A, Heusinger A, Hader C, Görgens A, Sieme H. Frequency of potentially pathogenic bacterial and fungal isolates among 28,887 endometrial samples from mares, with an emphasis on multi-drug resistant bacteria in Germany (2018-2022). **J Equine Vet Sci**. 2024 Feb;133:105008. doi: 10.1016/j.jevs.2024.105008. Epub 2024 Jan 17. PMID: 38237703.

KOZDROWSKI, Roland; OMYŁA, Kornelia. Przyczyny, diagnostyka oraz zapobieganie wczesnej zamieralności zarodków u klaczy. **Medycyna Weterynaryjna**, v. 77, n. 1, p. 9-15, 2021.

LAURENCIO-SILVA, Marta et al. Potencial probiótico in vitro de *Lactobacillus* spp. da vagina de vacas leiteiras. **Pastagens e Forragens**, v. 40, n. 3, p. 206-215, setembro de 2017. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MORRIS, Lee HA; MCCUE, P. M.; AURICH, Christine. Equine endometritis: A review of challenges and new approaches. **Reproduction**, v. 160, n. 5, p. R95-R110, 2020.

PAPA, Frederico Ozanam et al. Morte embrionária precoce em éguas: aspectos clínicos e hormonais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 35, n. 4, p. 170-173, 1998.

PIATTI, A. T.; MATEUS, H. B.; BACARO, V. B. de G. Endometrite equina. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 9, p. 26711–26724, 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n9-078. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/63273>. Acesso em: 28 mar. 2025.

RATHBONE P, Arango-Sabogal JC, De Mestre AM, Scott CJ. Antimicrobial resistance of endometrial bacterial isolates collected from UK Thoroughbred mares between 2014 and 2020. **Vet Rec.** 2023 Mar;192(5):e2591. doi: 10.1002/vetr.2591. Epub 2023 Feb 21. PMID: 36809533.

REPIK, Caio; FERREIRA REPIK, Caio; CRESCENTI TUKASAN, Bruna; LEAL DA CRUZ LISBOA, Ana Carolina; JOSÉ SILVA GIRIO, Raul. A resistência antimicrobiana na produção animal: alerta no contexto da saúde única. **Pubvet**, v. 16, n. 04, 2022. DOI: 10.31533/pubvet.v16n04a1084.1-6. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/54>.

RUA, Miguel Alejandro Silva et al. Métodos diagnósticos de endometrite em éguas. **Pubvet**, v. 10, p. 873-945, 2016.

SILVA, F. M.; BLUME, H.; OLIVEIRA, R. A. Endometrite persistente pós-cobertura. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 20, ed. 269, art. 1796, out. 2014.

SILVA, Jessica Alejandra et al. Isolation of lactic acid bacteria from the reproductive tract of mares as potentially beneficial strains to prevent equine endometritis. **Veterinary Research Communications**, v. 48, n. 3, p. 1353-1366, 2024.

VILHENA, Rafaela Lemos Fonseca. Endometrite persistente pós-cobertura em éguas: revisão de literatura. [s.l.], 2025. Disponível em: <https://www.repositorio.uniceub.br>

VIRENDRA, Aeknath et al. Metagenomic analysis unravels novel taxonomic differences in the uterine microbiome between healthy mares and mares with endometritis. **Veterinary Medicine and Science**, v. 10, n. 2, p. e1369, 2024.

WIDERA, S. et al. Influence of intrauterine administration of *Lactobacillus buchneri* on reproductive performance and pro-inflammatory endometrial mRNA expression of cows with subclinical endometritis. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-22856-y.

