

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINARIA E ZOOTECNIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GLENDÁ CAMARGOS RIBEIRO

**Ação antimicrobiana do extrato da folha de *Coffea arabica* sobre cepas multirresistentes  
de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* sp. isoladas de diferentes amostras de animais  
de companhia**

Uberlândia - MG

2025

GLENDÁ CAMARGOS RIBEIRO

**Ação antimicrobiana do extrato da folha de *Coffea arabica* sobre cepas multirresistentes  
de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* sp. isoladas de diferentes amostras de animais  
de companhia**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de zootecnista.

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Pereira Mendonça

Uberlândia - MG

2025

GLENDÁ CAMARGOS RIBEIRO

**Ação antimicrobiana do extrato da folha de *Coffea arabica* sobre cepas multirresistentes  
de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* sp. isoladas de diferentes amostras de animais  
de companhia**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de zootecnista.

Orientadora: Profª. Dra. Eliane Pereira Mendonça

Uberlândia, 24 de setembro de 2025.

---

Profa. Dra. Eliane Pereira Mendonça  
FMVZ – UFU

---

Prof. Dr. Lúcio Vilela Carneiro Girão  
FMVZ - UFU

---

Dr. Phelipe Augusto Borba Martins Peres  
Pós doutorando USP

## RESUMO

Os estafilococos e estreptococos são bactérias presentes na pele e nas superfícies epiteliais de inúmeros hospedeiros animais. *Staphylococcus aureus* e algumas espécies *Streptococcus* sp. apresentam patogenicidade, podendo causar doenças clínicas tanto em humanos quanto em animais. A alta frequência de resistência antimicrobiana consiste em grande preocupação para os órgãos de saúde pública e animal. Diante deste problema, a busca por compostos extraídos de plantas têm sido cada vez mais explorados como alternativa ao uso de antimicrobianos. Assim, o objetivo deste trabalho constituiu em analisar a ação antimicrobiana do extrato da folha de café arábica (*Coffea arabica*) em cepas de *S. aureus* e *Streptococcus* sp. isoladas de amostras provenientes de animais atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, com intuito de buscar alternativas naturais e eficazes em substituição ao uso de antimicrobianos. Avaliou-se a ação antimicrobiana do extrato da folha de *Coffea arabica* (concentrações em mg/ml: 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,625; 0,312; 0,156) em oito cepas de *S. aureus* e cinco cepas de *Streptococcus* sp., utilizando o método de micro diluição em caldo para preparo das diferentes concentrações do extrato da planta, e posterior determinação da concentração bactericida mínima (CBM). Cada cepa foi analisada em triplicata. A associação entre as diferentes concentrações do extrato de planta e o crescimento bacteriano foi analisada utilizando o teste de qui-quadrado, com o auxílio do software Jamovi. Nos casos em que as frequências esperadas foram baixas, foi aplicado o teste exato de Fisher para garantir maior precisão na análise dos dados. Para *S. aureus* foi observada resposta ou ausência de crescimento nas seguintes concentrações: 2,5 mg/ml (1 cepa – 12,5%), 5,0 mg/ml (1 cepa – 12,5%), 10 mg/ml (2 cepas – 25%), 20 mg/ml (3 cepas – 37,5%) e uma cepa (12,5%) cresceu em todas as concentrações avaliadas ( $p < 0,001$ ). Já para *Streptococcus* sp. a CBM foi de 20 mg/ml para 4 das 5 cepas avaliadas (80%), enquanto uma cepa não respondeu a nenhuma das concentrações testadas ( $p < 0,001$ ). Diante destes resultados, observou-se que *S. aureus* apresentou uma resposta crescente conforme a concentração do extrato de café aumentava. Esses resultados indicam que o extrato de *Coffea arabica* tem potencial como composto antimicrobiano contra ambas as espécies bacterianas avaliadas, com uma eficácia particularmente alta para *S. aureus*.

**Palavras-chave:** café arábica; CBM; resistência antimicrobiana.

## ABSTRACT

*Staphylococci* and *streptococci* are bacteria found on the skin and epithelial surfaces of numerous animal hosts. *Staphylococcus aureus* and some *Streptococcus* spp species have pathogenicity and can cause clinical diseases in both humans and animals. The high frequency of *S. aureus* strains resistant to antimicrobials is another major concern for public and animal health organizations. In the face of this problem, the search for compounds extracted from plants has been increasingly explored as an alternative to the use of antimicrobials. Therefore, the aim of this study was to analyze the antimicrobial action of *Arabica coffee* leaf extract (*Coffea arabica*) in *S. aureus* and *Streptococcus* strains isolated from samples obtained from animals treated at the Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, with the aim of finding natural and effective alternatives to the use of antimicrobials. The antimicrobial action of *Coffea arabica* leaf extract (concentrations in mg/ml: 20; 10; 5; 2.5; 1.25; 0.625; 0.312; 0.156) was evaluated in 8 strains of *S. aureus* and 5 strains of *Streptococcus*, using the broth microdilution method to prepare the different concentrations of the plant extract and subsequently determine the minimum bactericidal concentration (MBC). Each strain was analyzed in triplicate. The association between different concentrations of the plant extract and bacterial growth was analyzed using the chi-square test, with the aid of Jamovi software. In cases where the expected frequencies were low, Fisher's exact test was applied to ensure greater accuracy in the data analysis. For *Staphylococcus aureus*, response or no growth was observed at the following concentrations: 2.5 mg/ml (1 strain – 12.5%), 5.0 mg/ml (1 strain – 12.5%), 10 mg/ml (2 strains – 25%), and 20 mg/ml (3 strains – 37.5%). One strain (12.5%) grew at all concentrations tested ( $p < 0.001$ ). For *Streptococcus* sp., the minimum inhibitory concentration (MIC) was 20 mg/ml for 4 out of the 5 strains tested (80%), while one strain did not respond to any of the tested concentrations ( $p < 0.001$ ). These results indicate that *S. aureus* showed a progressively increased response as the concentration of the coffee extract increased. These findings suggest that *Coffea arabica* extract has potential as an antimicrobial compound against both bacterial species tested, with particularly high efficacy against *Staphylococcus aureus*.

**Keywords:** arabica coffee; MIC, antimicrobial resistance

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 <i>Staphylococcus aureus</i>: características, patogenicidade e relevância clínica para as espécies animais.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 <i>Streptococcus</i> sp.: características, patogenicidade e relevância clínica para as espécies animais.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Resistência antimicrobiana em <i>staphylococcus aureus</i> e <i>streptococcus</i> sp.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Características gerais do <i>coffea arabica</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Coprodutos e resíduos do café.....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 Métodos de avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais .....</b>	<b>18</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Cepas e preparação dos inóculos.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Obtenção do extrato da folha de café .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Determinação da atividade antimicrobiana .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Análise dos resultados .....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) ou World Health Organization (WHO), bactérias resistentes a medicamentos são aquelas descritas como resistentes a diversos antibióticos e agentes antimicrobianos (WHO, 2022). A Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA) ou *World Organisation for Animal Health* (WOAH, anteriormente conhecida como OIE), faz a definição de agentes antimicrobianos como sendo toda substância natural, semissintética ou sintética, que apresenta propriedade ou ação antimicrobiana, sendo capaz de matar ou inibir o crescimento de microrganismos em concentrações alcançáveis *in vivo*. No entanto, a ocorrência de bactérias resistentes torna o cenário desafiador, pois por não responderem mais a medicamentos seu controle é dificultado frente ao difícil tratamento de infecções e a disseminação de doenças (WOAH, 2021).

Nesse contexto, a década de 40 foi um marco histórico para a medicina humana e animal, uma vez que com o reconhecimento dos antimicrobianos, doenças infeciosas de difícil tratamento, que antes causavam alta mortalidade, puderam ser sanadas com o uso destas substâncias. Inicialmente, havia uma crença estabelecida de que antimicrobianos eram seguros, no entanto, atualmente médicos alertam sobre incertezas quanto aos efeitos a longo prazo desses medicamentos, pois é evidente que seu uso foi limitado quando microrganismos desenvolveram genes capazes de conferir resistência. Dessa forma, microrganismos causadores de infecções que até então eram tratadas de forma eficiente deixaram de responder a diversas classes de antimicrobianos (Collignon; McEwe, 2019; Kumar *et al.*, 2021).

*Staphylococcus aureus* e outros estafilococos, assim como alguns *Streptococcus* fazem parte da microbiota intrínseca do organismo de seres humanos e demais animais. Contudo, esses microrganismos têm o potencial de se tornarem patógenos oportunistas, propiciando a ocorrência de infecções de pele, bem como infecções em feridas, em fechamentos cirúrgicos, no trato urinário de cães e gatos e otite (Blondeau, 2017; Collignon; McEwe, 2019; Deb *et al.*, 2020).

Segundo Jong *et al.* (2020) as bactérias dos gêneros *Staphylococcus* e *Streptococcus* representam riscos significativos para a saúde humana e animal, sendo essa preocupação ainda mais acentuada em um cenário onde tais bactérias podem desenvolver resistência a quase todos os medicamentos antimicrobianos. A presente problemática da crescente taxa de resistência tem tomado proporções além da medicina humana, visto que, essa temática vem sendo notada pela medicina veterinária.

Estima-se que, se a resistência antimicrobiana continuar a se desenvolver conforme sua trajetória atual, em torno de 10 milhões de mortes deverão ocorrer em todo o mundo até 2050, superando até mesmo o câncer (Kumar *et al.*, 2021). Diante deste cenário, órgãos oficiais de saúde no mundo têm se unido nas últimas décadas para avaliar os efeitos da resistência antimicrobiana e desenvolvido estratégias para minimizar seus efeitos.

Os inúmeros casos de doenças infecciosas causadas por *S. aureus* não são decorrentes da falta de informação sobre essa bactéria, visto que, diversos estudos foram feitos para o entendimento de sua virulência. Esse fato, então, se deve principalmente a inexistência de uma vacina eficaz e da forte capacidade de resistência antimicrobiana, devido a presença do gene *mecA* (Cheung *et al.*, 2021; Quinn *et al.*, 2018). Ademais, o uso generalizado de antimicrobianos foi a principal razão pela qual houve um crescente aumento das taxas de resistência. Frente a esse cenário, também cresceu a necessidade por novos tratamentos alternativos capazes de conter os prejuízos causados por esse patógeno e evitar a evolução de uma multirresistência (Ahmad-Mansour *et al.*, 2021). Entretanto, a falta de medicamentos eficazes foi uma consequência da resistência antimicrobiana (Araujo *et al.*, 2022). Dessa forma, a atual insuficiência no desenvolvimento de novos antimicrobianos eficazes e a resistência de algumas bactérias aos antimicrobianos já existentes leva a necessidade de estudar novos meios de sanar essa problemática, como por exemplo produtos naturais sustentáveis de origem vegetal e animal (CD59/INF/10, 2021; Kumar *et al.*, 2021). Como exemplo disso, pode-se citar o uso de extratos de plantas que detém mecanismos e propriedades capazes de substituir medicamentos antimicrobianos. Por isso, substâncias antimicrobianas naturais despertaram o interesse de pesquisadores, pois é notório que algumas plantas possuem diversas propriedades antimicrobianas bastante eficazes, além de serem mais seguras para o ser humano (Bajpai *et al.*, 2013; Eliseu *et al.*, 2017).

O extrato da folha de *Coffea arabica*, pertencente à família botânica *Rubiaceae*, tem sido estudada como uma alternativa promissora, pois o Brasil é um grande produtor de café, portanto, predispõe de uma grande quantidade de folhas durante todo o ano, o que facilita a realização de estudos para avaliação de suas propriedades, incluindo sua ação antimicrobiana.

O objetivo deste trabalho foi analisar a ação antimicrobiana do extrato das folhas de café arábica em cepas multirresistentes de *S. aureus* e *Streptococcus* sp. isoladas de diferentes espécies animais atendidas no Hospital Veterinário (HV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pelo uso da técnica de concentração bactericida mínima (CBM).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 *Staphylococcus aureus*: características, patogenicidade e relevância clínica para as espécies animais

Os estafilococos possuem características morfológicas que distinguem este grupo de bactérias das demais, como a ausência de flagelos e a incapacidade de locomoção. Uma autapomorfia notável do gênero *Staphylococcus* é o fato de apresentarem-se na forma de cocos, derivando-se assim o nome desse gênero de bactérias com formato esférico. Os estafilococos pertencem a família Micrococcaceae, da qual fazem parte as bactérias gram-positivas, que apresentam uma camada espessa de peptideoglicanos. São conhecidas também por serem resistentes às mais diversas condições mesmo aquelas que não são favoráveis e, apesar de não formarem esporos, são capazes de resistir por longos períodos no ambiente. Além disso, são bactérias onipresentes, portanto, coexistem no ambiente, estando presente em objetos inanimados, seja em roupas, utensílios e até mesmo na própria microbiota normal da pele humana e animal, assim como também no trato digestivo e respiratório em cerca de 50 a 70% de indivíduos normais. A produção da enzima coagulase é uma das formas mais utilizadas para diferenciação das espécies de *Staphylococcus* uma vez que as espécies não produtoras da enzima apresentam menor patogenicidade quando comparadas às espécies coagulase-positivas, de maior patogenicidade (Mcvey *et al.*, 2016; Quinn *et al.*, 2018; Tavares, 2018).

Acometem uma variedade de hospedeiros de sangue quente, incluindo bovinos, ovinos, caprinos, suíños, equinos, gatos e aves domésticas (Quinn *et al.*, 2018). Além disso, é importante destacar também que em cada hospedeiro a bactéria causa doenças diferentes.

*S. aureus* destaca-se dentre as espécies do gênero *Staphylococcus*, sendo reconhecida como uma das principais espécies causadoras de doenças tanto em seres humanos quanto em animais (Mcvey *et al.*, 2016). Este microrganismo coexiste no organismo humano e em animais, sendo notável por sua combinação de virulência mediada por toxinas, invasividade e resistência a antibióticos (Kadariya *et al.*, 2014), tendo como os principais locais de colonização a microbiota normal da pele (Ahmad-Mansour *et al.*, 2021) e intestino (Cheung *et al.*, 2021).

Por se tratar de um patógeno zoonótico, *S. aureus* é capaz de realizar transmissão horizontal por contato direto e indireto entre animais infectados e seus tutores por meio de mordidas, arranhões ou por objetos contaminados das instalações onde esses animais de estimação são criados. Evidências mostram que a transmissão de *S. aureus* resistentes podem

possivelmente ser passados do homem para os animais de companhia como também pode ocorrer dos animais passarem para seus tutores (Blondeau, 2017).

Esta é um potencial preocupação de saúde pública porque o MRSA<sup>1</sup> de humanos pode estar causando infecções em animais de estimação, e os animais de estimação podem ser fontes de MRSA para infecção humana (Faires *et al.*, 2009, p.1).

Como consequência da situação de uma resistência a nível zoonótico está o aumento do agravamento da doença, falhas no tratamento, mortalidade e altos custos de tratamento de infecções tanto para humanos como para animais (Stefánska *et al.*, 2022).

Embora seja difícil identificar se o patógeno encontrado no tutor e no animal sejam de fato os mesmos, sabe-se que cepas de *Staphylococcus* encontradas em humanos também são comumente encontradas em animais de companhia, tornando a identificação e o tratamento para as duas espécies ainda mais difícil (Blondeau, 2017; Collignon; McEwe, 2019; Weese, 2010). A identificação desse fenômeno se torna um desafio pois há poucas informações relacionadas a ocorrência simultânea, por exemplo, de MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina) em humanos e animais de estimação no mesmo domicílio (Faires *et al.*, 2009). Investigações realizadas por Faires *et al.* (2009) demonstraram a ocorrência de MRSA e realizaram a comparação destas cepas em duas avaliações entre pessoas e animais de estimação que conviviam no mesmo ambiente. As amostras foram de swab nasal em humanos e amostras de swab nasal e retal foram coletadas de cães e gatos, como resultado foi relatado que houve transmissão, mas não se sabe a direção dessa transmissão (Faires *et al.*, 2009). Sendo assim, determinar o tipo de cepa não nos diz se a transmissão ocorreu do homem para o animal ou por via contrária, pois as cepas que causam infecções mais encontradas em animais de companhia também são as mais comumente encontradas em humanos (Morris *et al.*, 2006).

Em outro estudo, realizado em um hospital veterinário da Itália, mostrou a complexidade desse problema, pois apesar de os patógenos encontrados não serem multirresistentes, eles apresentaram resistência a algumas classes. Além disso, nesse estudo foi concluído que de fato o tratamento com antimicrobianos tradicionais foi um dos responsáveis pelo fenômeno de aumento do potencial de resistência das bactérias. Nesse experimento, foram realizados tratamentos personalizados no uso de antibióticos para tratamento de infecção do trato urinário de caninos e felinos. Foram isolados *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* e *Streptococcus canis* em cães, e *Escherichia coli*, *Staphylococcus pseudintermedius* e *Staphylococcus aureus* foram isolados em gatos, e apesar de não serem

---

<sup>1</sup> MRSA: *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina

cepas multirresistentes, todos os estafilococos se mostraram resistentes a meticilina (Vercelli *et al.*, 2021).

## **2.2 *Streptococcus* sp.: características, patogenicidade e relevância clínica para as espécies animais**

Estreptococos fazem parte da família Streptococcaceae, e assim como os estafilococos são cocos gram-positivos, imóveis, não formadores de esporos, dispostos em pares ou em cadeias de tamanhos variáveis, anaeróbicas facultativas, catalase-negativa e patógenos oportunistas para humanos e animais. Possuem mais de 60 espécies do gênero, mas apenas algumas espécies de estreptococos são capazes de causar alguma patologia. A maioria dos estreptococos de interesse veterinário vivem de modo comensal, e indivíduos saudáveis podem apresentar espécies de estreptococos nos tratos respiratórios superior, gastrointestinal e genital (Haenni *et al.*, 2018; Mcvey *et al.*, 2016; Quinn *et al.*, 2018; Tavares, 2018).

As espécies dessa bactéria são agrupadas conforme suas propriedades biológicas, podendo ser classificados como estreptococos que causam infecções em pessoas e animais, aqueles presentes na pele e nas membranas mucosas, associados a leite e produtos lácteos, estreptococos da flora intestinal normal (Mcvey *et al.*, 2016).

Algumas particularidades podem ser observadas nesse gênero, pois possuem algumas exigências quanto ao ambiente, não sendo todos os ambientes favoráveis para o seu crescimento e proliferação (Mcvey *et al.*, 2016).

Alguns estreptococos acometem apenas um hospedeiro exclusivo, mas em outros casos podem ser patológicos para mais de uma espécie (Haenni *et al.*, 2018). Portanto, diversas espécies acometem cães e gatos, entre essas espécies se destaca *S. agalactiae*, sendo esse um patógeno especializado das glândulas mamárias onde se multiplica, invade e bloqueia os ductos lactíferos. Esse microrganismo acomete bovinos, ovinos, caprinos, humanos e cães, causando mastite crônica e septicemia neonatal. *S. canis* acomete carnívoros e causa septicemia neonatal, doenças supurativas, síndrome do choque tóxico (Quinn *et al.*, 2018).

Em cães a ocorrência de infecção por *S. canis* está associada a pneumonia. Além disso, causa septicemia em recém-nascidos, caracterizada por uma infecção grave causada pela presença de bactérias na corrente sanguínea. Em gatos as infecções são semelhantes àquelas citadas por cães, entretanto, nota-se que gatos são mais resistentes a infecções causadas por *Streptococcus*, sendo mais acometidos gatos com sistema imunológico comprometido ou neonatos. Em ambas as espécies também causa uma síndrome chamada síndrome do choque

tóxico, causando também fasciíte necrosante, onde pode levar a necrose de tecidos. Também pode levar a ocorrência de metrite, artrite, mastite, infecção neonatal e infecção urogenital (Mcvey *et al.*, 2016).

Um estudo realizado na Universidade do Vale da Paraíba avaliou a prevalência de bactérias multirresistentes na cavidade nasal de equinos assintomáticos para doenças respiratórias, por meio da colheita de swab nasal de 50 animais. Os resultados deste estudo demonstraram dados preocupantes visto que todas as cepas analisadas apresentaram multirresistência, incluindo o gênero *Staphylococcus* e *Streptococcus*, as quais apresentaram resistência total ou intermediária a praticamente todos os antimicrobianos testados (Souza *et al.*, 2020).

### **2.3 Resistência antimicrobiana em *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* sp.**

O desenvolvimento de agentes antimicrobianos foi tido como um marco na história da ciência mundial, visto que, a ocorrência de doenças bacterianas tomava proporções mais drásticas. Por isso, nos anos 1970 a perspectiva para o uso de antimicrobianos era extremamente positiva, pois dessa forma esses medicamentos poderiam ser utilizados para tratar diversas infecções bacterianas. Todavia, nesse período ainda não eram conhecidas as consequências do uso inadequado e sobredosagens de antimicrobianos na saúde humana e animal, com isso houve uma evolução da resistência a droga. Vale ressaltar que os antimicrobianos ainda são utilizados na produção animal, como por exemplo, atuando como melhoradores de desempenho, devendo redobrar o cuidado para evitar a evolução de cepas multirresistentes (Eliseu *et al.*, 2017; Lowy, 2003).

A OMS pontuou a resistência antimicrobiana como uma ameaça global à saúde, se tornando uma complexidade a ser enfrentada a nível internacional. Por isso, foi necessário criar um Plano de Ação Global sobre Resistência Antimicrobiana aprovado pela 68º Assembleia Mundial da Saúde para prevenir e controlar essa ameaça, além de garantir que o uso de medicamentos fosse feito de maneira adequada sem que essas drogas estejam amplamente disponível para a população, pois é notável a falta de noções educativas para a população quanto ao uso de medicamentos, levando à prática da automedicação, além da administração de superdose ou ainda o uso profilático desnecessário. Como resultado dessas práticas, dados mostram que o uso irracional levou a um aumento do uso de antimicrobianos em 65% entre os anos de 2000 e 2015, sendo esse cenário observado principalmente em países de baixa e média renda média populacional (Araujo *et al.*, 2022; CD59/INF/10, 2021).

O Plano de Ação Global sobre Resistência Antimicrobiana conscientiza sobre a necessidade de otimizar o uso de medicamentos antimicrobianos na saúde humana e animal. Além disso, orienta os países a elaborarem estratégias para conter a resistência antimicrobiana e, também, monitorar o uso racional de agentes antimicrobianos. Também tem como metas conscientizar a população sobre o uso racional, além de aumentar a vigilância para aquisição de medicamentos, visto que, em muitos países esse processo é extremamente falho, pois não há um controle que seja de fato efetivo. Por tomar proporções globais, 34 países já concluíram ou estão elaborando um plano de ação nacional reconhecendo a resistência antimicrobiana como um problema prioritário e que requer ação intersetorial pelos setores da saúde, agricultura e pecuária, pois é necessário desenvolver medidas conjuntas que abordem uma visão de Saúde Única, garantindo a proteção da saúde humana, vegetal, ambiental, dos animais de produção, silvestres e de companhia (CD59/INF/10, 2021; Collignon; McEwen, 2019; WOAH, 2021). Após declarar apoio total ao Plano de Ação Global sobre a resistência antimicrobiana, a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH) criou uma base de dados global que organiza e gerencia o uso de antimicrobianos em animais, a fim de monitorar e prevenir o uso inadequado. No ano de 2016 foi realizada uma estimativa com dados de 92 países e foi encontrado um valor de uso de antimicrobiano de 153,02 mg/kg com base no peso vivo, sendo esse fato um demonstrativo da falta de prescrição adequada de medicamentos veterinários e a ausência de um controle efetivo nesse âmbito, pois esses produtos podem eventualmente circular pelo mercado sem uma verificação da sua qualidade e procedência, e sem diagnósticos clínicos que justifiquem seu uso. Todos esses fatores intensificam ainda mais a resistência previamente citada (WOAH, 2021).

Não apenas o uso de antimicrobianos na produção animal foi responsável pelo aumento da resistência, visto que, microrganismos (incluindo bactérias resistentes) infectam os animais por outras maneiras também, como o manejo inapropriado de água contaminada, esgoto, resíduos das indústrias farmacêuticas, solos contaminados e águas residuais em geral, ou ainda pelo contato com outros animais ou humanos infectados. Todas essas possíveis vias intensificaram ainda mais as taxas de resistência (Collignon; McEwen, 2019; Graham *et al.*, 2019).

Diversas classes de antimicrobianos são usadas para tratar animais com infecções estreptocócicas, como penicilinas, macrolídeos, lincosamidas, fluoroquinolonas e tetraciclinas. Diante disto, foi observado um fenótipo de resistência de estreptococos isolados em todo o mundo. Para se entender a real situação da resistência antimicrobiana é importante a coleta de dados de qualidade e o monitoramento eficaz da presente taxa de resistência feito por uma

região ou país, no entanto, dados a respeito da resistência antimicrobiana em estreptococos de origem animal foram negligenciados, sendo realizados apenas por alguns programas de monitoramento (Haenni, 2018). Os motivos que levam aos dados referentes a animais de companhia serem ignorados e muitas vezes não registrados (Li *et al.*, 2021), podem estar relacionados ao fato de que as dosagens administradas são inferiores quando comparadas às utilizadas em humanos e animais de produção. Entretanto, vale ressaltar que as classes de medicamentos veterinários usadas são muitas das vezes as mesmas prescritas para tratamento de seres humanos (Collignon; Mcewe, 2019; Graham *et al.*, 2019).

Apenas algumas classes antimicrobianas são reservadas exclusivamente para humanos (por exemplo, carbapenêmicos). Existem também algumas classes limitadas ao uso veterinário (por exemplo, flavofosfolipóis, ionóforos); principalmente devido à toxicidade para humanos. Os antimicrobianos usados em animais de companhia (por exemplo, cães, gatos, pássaros de estimação, cavalos) são amplamente semelhantes aos usados em humanos, com antimicrobianos administrados principalmente em uma base individual para tratar infecções e, ocasionalmente, para profilaxia, como pós-cirurgia (Collignon; Mcewe, 2019, p.2).

As infecções por *S.aureus* e *Streptococcus* continuam sendo uma grande problemática devido aos tratamentos inefetivos devido, principalmente, a alta resistência destes patógenos bacterianos. Estudos apontam a complexidade dessa problemática, pois quando diversas classes de antimicrobianos foram testados estes patógenos apresentaram uma forte capacidade de resistência (Cheung *et al.*, 2021; Quinn *et al.*, 2018). Os estreptococos patogênicos apesar de seres susceptíveis a penicilinas, cefalosporinas, macrolídeos, cloranfenicol e trimetoprimsulfonamida, com frequência, são resistentes a aminoglicosídeos, fluoroquinolonas e tetraciclinas (Mcvey *et al.*, 2016).

A própria estrutura e composição dos estafilococos propiciam uma resistência aos peptídeos antimicrobianos catiônicos, pois os estafilococos possuem um envelope celular altamente complexo, além de ser formado por uma camada espessa de peptidoglicanos (PGN) que se encontram fortemente unidos. Os principais medicamentos antimicrobianos utilizados para o tratamento de infecções estafilocócicas são aqueles que inibem a biossíntese da parede celular. Os principais exemplos de medicamentos antimicrobianos utilizados atualmente incluem os β-lactâmicos, principalmente aqueles derivados da meticilina, e as cefalosporinas de primeira geração, bem como a vancomicina. Um dos motivos que levaram a evolução de uma multirresistência está na dificuldade de identificar qual antimicrobiano melhor se aplica a infecções causadas por determinados isolados de estafilococos (Mcvey *et al.*, 2016). A resistência antimicrobiana de *S. aureus* é em grande parte atribuída à aquisição do gene *mecA*, o qual codifica a 2<sup>a</sup> proteína da ligação à penicilina, conferindo resistência não apenas a meticilina, mas também a outras classes de antimicrobianos (Quinn *et al.*, 2018).

Os macrolídeos, assim como as lincosamidas, atuam contra estreptococos e apresentam resistência cruzada. Ambos são utilizados nas rações, no tratamento de diversas doenças e como melhoradores de desempenho. Na medicina humana e animal foram encontrados isolados resistentes. Os motivos que alavancaram a resistência microbiana foram mutações ribossômicas, como por exemplo, a metilação da adenina na posição 2058 e efluxo mediado pelas bombas de efluxo Mef (Haenni *et al.*, 2018).

Frente a esse cenário de crescente aumento das taxas de resistência, surge a necessidade pela buscar tratamentos alternativos que atinjam a performance que um antimicrobiano deveria apresentar contra infecções causadas por *S. aureus* e *Streptococcus*, além de evitar a evolução de uma multirresistência, pois diversas classes de antimicrobianos tradicionais já se tornaram ineficientes. Desse modo, uma alternativa para solucionar o problema seria o desenvolvimento de vacinas, todavia a complexidade desses patógenos tornam a pesquisa e elaboração de vacinas um desafio, sendo extremamente difícil encontrar uma vacina funcional (Ahmad-Mansour *et al.*, 2021). Portanto, estudos atuais têm direcionado esforços para uma possibilidade de abordagens terapêuticas inovadoras que apresentem resultados assertivos, substituindo assim o uso de antimicrobianos.

## 2.4 Características gerais do *Coffea arabica*

A cafeicultura se destaca no Brasil como uma atividade de relevância social, pois contribui de forma significativa na geração de empregabilidade no campo, visto que estima-se a geração de cerca de dez milhões de empregos diretos e indiretos (Batista *et al.*, 2010). Como também sendo de extrema importância econômica, pois apresenta alta representatividade no PIB nacional (Coleção SENAR, 2017).

A espécie *Coffea arabica* tem como origem as florestas da Etiópia, entretanto, passou por profundas mudanças advindas do melhoramento genético para intensificar a produção. Uma característica importante do *Coffea arabica* é sua alta plasticidade morfofisiológica que permite se adaptar a diferentes climas. As condições climáticas como radiação e disponibilidade hídrica podem alterar a capacidade produtiva, crescimento e características estruturais da planta (Gomes *et al.*, 2008).

A temperatura média ideal para o pleno desenvolvimento do café arábica está entre 19°C a 22°C. Essa planta também terá melhores condições de produção em altitude superior a 800 metros, necessitando de pelos menos 1.200 mm de chuva por ano, sendo que regiões que não

apresentam estas condições podem utilizar da irrigação como alternativa viável (Coleção SENAR, 2017). A incidência de ventos pode ser prejudicial para a produção de café, portanto, em regiões em que há esse problema é recomendado a utilização de quebra-ventos.

Quanto ao momento para plantio não irrigado, o solo deve estar em condições suficiente de umidade adequadas. Além disso, para a maioria das regiões os meses ideias para o plantio compreende os meses de outubro, novembro e dezembro (Mesquita *et al.*, 2016).

Entretanto a cultura de *Coffea arabica* enfrenta alguns desafios, pois algumas doenças acometem essa atividade, entre elas destaca-se a cercosporiose, podendo ser associado as pulverizações de micronutrientes, como: o zinco e o boro (Mesquita *et al.*, 2016).

## **2.5 Ação antimicrobiana dos extratos de plantas**

Os avanços da medicina humana e animal não ocorrem de forma homogênea pelo mundo, visto que, em algumas zonas rurais predomina-se o uso de medicamentos tradicionais no tratamento humano e animal. O uso do café com finalidade terapêutica não é considerado algo recente, visto que, seu uso é reconhecido para tratar asma, envenenamento por atropina, febre, dor de cabeça, icterícia, enxaqueca, narcose, feridas e vertigem (Duangjai *et al.*, 2016). Essa divergência, por sua vez, ocorre devido a carência de cuidados básicos de saúde e aos serviços veterinários que existe principalmente na zona rural (Eliseu *et al.*, 2017).

Os motivos pelos quais as substâncias antimicrobianas naturais foram designadas como uma alternativa plausível estão relacionados a princípio com o objetivo que existe de reverter a crise de multirresistência antimicrobiana, além de tratar diversas doenças, sendo uma alternativa ao uso dos antibióticos de uso convencional. Isso se dá devido ao conhecimento de que inúmeras propriedades dos compostos à base de plantas, ou produtos naturais, são capazes de tratar efetivamente infecções causadas por *S. aureus* e *Streptococcus* (Ahmad-Mansour *et al.*, 2021; Yosboonruang *et al.*, 2021).

Esse cenário despertou o interesse de pesquisadores de todo o mundo no estudo da possível ação antimicrobiana de diferentes extratos de plantas como gengibre, alho, manjericão e café (*Coffea robusta*). Assim sendo, as plantas medicinais, no geral, têm sido objeto de estudo devido à suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas conhecidas, pois já se sabe que diversas plantas medicinais apresentam compostos ativos como flavonoides, alcaloides, terpenoides, taninos, glicosídeos, saponinas, esteroides, quinonas e cumarinas (Eliseu *et al.*, 2017). Componentes do café como a cafeína, ácido clorogênico, ácidos cafeicos condensados,

proantocianidinas, ácidos químicos e ácido ferulico tiveram relatos de atividade antimicrobiana (Duangjai *et al.*, 2016).

O extrato da folha de *Coffea robusta*, por exemplo, tem apresentado resultados promissores contra *S. aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Bacillus subtilis*, sobretudo relacionados aos diversos componentes que apresentam efeitos inibitórios sobre o crescimento destes microrganismos (Yosboonruang *et al.*, 2021).

Contudo, ainda não se sabe como o extrato de *Coffea robusta* possui efeito inibitório em certas bactérias, e com isso algumas hipóteses estão sendo levantadas para polímeros complexos chamados melanoidinas que estão presentes no café, e acredita-se que essa ação inibitória ocorra devido a quelatação de metais também encontrados na planta (Yosboonruang *et al.*, 2021).

Além disso, fungos endolíticos que habitam na *Coffea arabica* são capazes de produzir metabólicos secundários como enzimas, antibióticos, toxinas, compostos solúveis e compostos orgânicos voláteis. Alguns desses compostos sendo inclusive utilizados para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos (Guimarães *et al.*, 2021).

## **2.6 Coproduto e resíduos do café**

O café é pertencente da família botânica Rubiaceae, a qual apresenta mais de 500 gêneros. Entretanto, o de maior importância econômica é o gênero *Coffea* (ICO, 2019), uma cultura global extremamente importante, sendo uma das bebidas mais apreciadas em todo o mundo. Segundo Chen *et al* (2018), o café é a terceira bebida mais consumida mundialmente depois da água e do chá, além de ser a segunda mercadoria mais comercializada depois do petróleo. Segundo a organização mundial do café (ICO,2023), nos anos de 2022 e 2023, houve um aumento de 0,1% na produção mundial de café, chegando a um total de 168,2 milhões de sacas produzidas, com a participação da América do Sul na produção mundial do café também aumentando para 48,3%.

Portanto, com o café sendo demandado cada vez mais em vasta quantidade, necessita-se de uma produção em larga escala, uma vez que esse produto é consumido por cerca de um terço da população mundial (DaMatta *et al.*, 2018). Existem em torno de 150 espécies do gênero *Coffea*, mas as de maior importância econômica são as espécies *C. arabica L.* (café arábica) e *C. canephora Pierre ex A. Froehner* (café robusta), correspondendo a aproximadamente 99% da produção global da cultura cafeeira. Como consequência da abundante produção, são gerados muitos resíduos que posteriormente podem apresentar problemas ambientais. Desta

forma, estudos estão sendo feitos nas mais diversas áreas para que ocorra uma solução de aproveitamento desses resíduos que até dado momento podem aparentar não possuir finalidade (Duangjai *et al.*, 2016). Um exemplo de coproducto gerado é a polpa do café, e quando seu descarte é feito de forma inadequada podem ser causados problemas ambientais devido a um processo natural de decomposição da polpa do café que gera águas residuais (Khochapong *et al.*, 2021).

Diante disto, o reaproveitamento dos coprodutos ou resíduos da agroindústria é uma atividade ecologicamente correta e sustentável, além de muitas vezes ser economicamente viável (Khochapong *et al.*, 2021). O destino dos coprodutos pode ser os mais diversos, como por exemplo, o uso de resíduos na ração animal (Duangjai *et al.*, 2016), além do uso da polpa do café decomposta com a finalidade de retornar ao ciclo através da fertilização na lavoura cafeeira (Khochapong *et al.*, 2021).

A polpa do café tem sido muito utilizada como corante natural alimentício, além de outros benefícios, em especial por sua atividade antimicrobiana (Duangjai *et al.*, 2016). Este estudo demonstrou que o uso do extrato aquoso da polpa de café apresentou ação inibitória do crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, dentre estas, *S. aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*, devido a alguns compostos que incluem: ácido clorogênico, cafeína, ácido quínico, ácido málico, ácidos fenólicos e taninos e outros ácidos hidroxicinâmicos.

Outro coproducto gerado no processamento do café são as folhas, que são consideradas um resíduo da colheita, pois não apresentam um valor comercial relevante, estando disponíveis ao longo da maior parte do ano. As folhas são produzidas em quantidades significativas e contém numerosos compostos bioativos, porém, apresenta baixo valor agregado. Mesmo apresentando benefícios, as folhas de café raramente são reaproveitadas, por isso se torna vantajoso a sua utilização para fins terapêuticos (Silva *et al.*, 2024). Estudos utilizando folhas de café demonstraram seu potencial para tratamento e cura de diversas doenças e distúrbios, apontando a vantagem de seu uso com fins antibacterianos, pois além das folhas estarem disponíveis ao longo da maior parte do ano, elas também são de baixo custo (Chen *et al.*, 2018).

## **2.7 Métodos de avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais**

Alguns métodos para avaliação da atividade antimicrobiana são utilizados em estudos realizados em diversos extratos vegetais, para identificar e medir a eficácia dos mesmos. Esses são de extrema importância para a busca dos melhores tratamentos (Quinn *et al.*, 2018)

O método de disco-difusão de Kirby-Bauer é relativamente simples e economicamente viável. Ocorre quando pequenos discos de papel filtro são colocados em uma placa de ágar contendo meio de cultura crescido com bactéria espalhada de forma homogênea sobre a placa, nos casos em que são feitos estudos avaliando a ação dos extratos vegetais, os pequenos disco de papel filtro são embebidos no extrato. Após, as placas são incubadas em temperatura e tempo adequado, normalmente de 37°C por 18 horas. É possível perceber se houve a inibição do crescimento microbiano se aparecer uma região clara ao redor dos discos, o diâmetro pode ser mensurado para análise da suscetibilidade ou da resistência, em casos de suscetibilidade é possível indicar que o fármaco pode ser utilizado para tratamento (Quinn *et al.*, 2018, Tortora *et al.*, 2025, Vermelho *et al.*, 2019).

A concentração inibitória mínima (CIM) entendesse como a menor concentração de um agente capaz de impedir completamente o crescimento do micro-organismo de forma que seja visível para o pesquisador. O preparo da CIM é dado por uma sequência de concentrações decrescentes de uma substância na qual é colocada a bactéria que será testada (Tortora *et al.*, 2025). Dados referente a CIM podem ser obtidos através da técnica de micro diluição em caldo utilizando a placa de 96 poços. Além de ser essencial para o estabelecimento de dosagens, a CIM também é importante para o monitoramento de tendencias e detecção de resistência (Quinn *et al.*, 2018)

A concentração bactericida mínima (CBM) é dada como a menor concentração de um agente capaz de destruir as bactérias presentes (Tortora *et al.*, 2025).

Vale ressaltar que métodos como CIM e CBM são crucias no estabelecimento de dosagens, visto que, esses métodos são capazes de criar meios para se evitar o uso de doses acima do necessário podendo acarretar toxicidade (Tortora *et al.*, 2025)

Como por exemplo, uma pesquisa realizada na Universidade de Santa Catarina que teve como objetivo identificar e avaliar a susceptibilidade aos antimicrobianos de cepas de *Salmonella* sp. isoladas na cadeia produtiva de frango de corte do sul do Brasil, utilizou o método de difusão em disco Kirby-Bauer, indicado pela Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), indicando que o método foi eficiente para os objetivos deste estudo (Ansilio *et al.*, 2019).

Yosboonruang *et al.* (2019) utilizou o método de poço difusão em ágar para testar a atividade antimicrobiana do extrato de *Coffea robusta*. Este método consiste na perfuração de poços na superfície de um ágar para adição do extrato da planta e a avaliação dos resultados é realizada semelhante ao método de disco difusão em ágar. Nesse estudo, também foi utilizado o método de CIM pela técnica de micro diluição em caldo.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Foi avaliada a atividade antimicrobiana do extrato de *Coffea arabica* em 13 cepas, sendo oito de *S. aureus* (APÊNDICE A) e cinco de *Streptococcus* sp. (APÊNDICE B), isoladas de amostras provenientes de animais atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Todas as cepas apresentavam perfil de resistência (resistente ou resistência intermediária) à pelo dois antimicrobianos e estavam armazenadas congeladas no Laboratório de Doenças Infectocontagiosas (LADOC) da UFU.

O extrato de *Coffea arabica* foi preparado e armazenado no Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular (LABIBI) da UFU, sendo suas partições cedidas para este estudo.

Para avaliação da atividade antimicrobiana do extrato de café, utilizou-se o método de micro diluição em caldo para preparo das diferentes concentrações do extrato da planta e, posteriormente, a determinação da concentração bactericida mínima (CBM).

#### **3.1 Cepas e preparação dos inóculos**

Os inóculos foram preparados por reativação em caldo *Brain Heart Infusion* (BHI) e posterior cultivo em ágar triptona de soja (TSA), incubando-as a 37°C por 24 horas.

Após incubação foi ajustada a turbidez dos inóculos em solução salina 0,85% até atingir a escala 0,5 de McFarland (equivalente a  $10^8$  UFC/ml) para utilização nos testes de sensibilidade antimicrobiana.

#### **3.2 Obtenção do extrato da folha de café**

Os extratos da folha de *Coffea arabica* foram previamente preparados, estando suas partições e moléculas devidamente caracterizados e depositados no banco de extratos do LABIBI, na UFU.

#### **3.3 Determinação da atividade antimicrobiana**

Para avaliação da propriedade antimicrobiana da partição do extrato da folha de *Coffea arabica* em solvente acetato de etila, foi utilizado o protocolo descrito por Yosboonruang *et al.* (2022), utilizando o método de concentração inibitória mínima (CIM). As CIMs foram determinadas pelo método de micro diluição em caldo usando microplacas de 96 poços. Foram

preparadas diluições seriadas do extrato usando caldo Mueller-Hinton nas seguintes concentrações, em mg/ml, 20, 10, 5, 2,5 1,25, 0,625, 0,312 e 0,156. As cepas bacterianas foram adicionadas a uma concentração final de  $10^8$  UFC/ml (padronizados na escala 0,5 de McFarland) aos poços individuais e, após, as placas foram incubadas à 37°C por 20 horas. A gentamicina e água destilada estéril foram usadas como controles positivo e negativo, respectivamente. A fim de avaliar a repetibilidade dos resultados, os experimentos foram realizados em triplicata.

Como a coloração do extrato dificulta a leitura da CIM, foi realizada, posteriormente, a avaliação da concentração bactericida mínima (CBM). Para isto, 10 µL da suspensão bacteriana de cada poço, obtido pela técnica de CIM, foi inoculado em placas de ágar Mueller-Hinton (MH) e, depois, incubadas à temperatura de 37°C por 24 horas. A CBM foi lida como a menor concentração do extrato da folha do *Coffea arabica* capaz de inibir o crescimento das bactérias, demonstrado pela ausência de crescimento de colônias bacterianas no ágar MH.

### **3.4 Análise dos resultados**

Os testes foram realizados em triplicata, sendo considerado como valor da CBM aquele que mais se repetiu entre as três repetições para cada cepa avaliada.

As variáveis foram verificadas quanto à normalidade e, quando apresentaram distribuição normal, foram submetidas à análise de variância (ANOVA) pelo procedimento GLM (General Linear Models) no software SAS (2008). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Além disso, utilizou-se a correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) como análise estatística complementar.

A associação entre as diferentes concentrações do extrato de *Coffea arabica* e o crescimento bacteriano foi analisada pelo teste do qui-quadrado, apropriado para variáveis categóricas. As análises foram realizadas com o auxílio do software Jamovi. Nos casos em que as frequências esperadas foram inferiores a cinco, aplicou-se o teste exato de Fisher, a fim de garantir maior robustez e precisão nos resultados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Previamente, foi testada a ação antimicrobiana do extrato bruto das folhas de *Coffea arabica*, obtido com uso do solvente etanol e, também, a ação das partições ou frações orgânicas do extrato bruto obtidas com uso dos solventes hexano, diclorometano e acetato de etila. Para isto, foi realizado um estudo piloto para seleção do extrato com melhor ação antimicrobiana (etanol, hexano, diclorometano ou acetato de etila). Para *S. aureus* e *Streptococcus* sp., os melhores resultados de inibição do crescimento microbiano, foram obtidos com a partição do extrato no solvente acetato de etila, sendo este selecionado para avaliação antimicrobiana.

A concentração bactericida mínima (CBM) do extrato das folhas de *Coffea arabica* foi determinada em três repetições para oito cepas de *Staphylococcus aureus* isoladas de animais atendidos no Hospital Veterinário, da Universidade Federal de Uberlândia (Tabela 1). Como os valores de CBM correspondem a concentrações fixas e não a variáveis contínuas, não seria adequado utilizar medidas de tendência central, como médias. Dessa forma, para cada cepa foi considerado como resultado final da CBM o valor que mais se repetiu entre as três repetições.

**Tabela 1.** Concentração bactericida mínima (CBM, em mg/ml), obtida em três repetições, do extrato das folhas de *Coffea arabica* frente a oito cepas de *Staphylococcus aureus* (SA), isoladas de amostras provenientes de animais atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2023.

Cepas*	CBM (mg/ml) <sup>1</sup>			CBM final (mg/ml)
	R1 <sup>2</sup>	R2 <sup>2</sup>	R3 <sup>2</sup>	
SA1	5	5	5	5
SA2	20	20	20	20
SA3	2,5	2,5	5	2,5
SA4	20	20	20	20
SA5	>20 <sup>3</sup>	>20 <sup>3</sup>	>20 <sup>3</sup>	>20 <sup>3</sup>
SA6	5	10	10	10
SA7	20	20	10	20
SA8	10	20	10	10

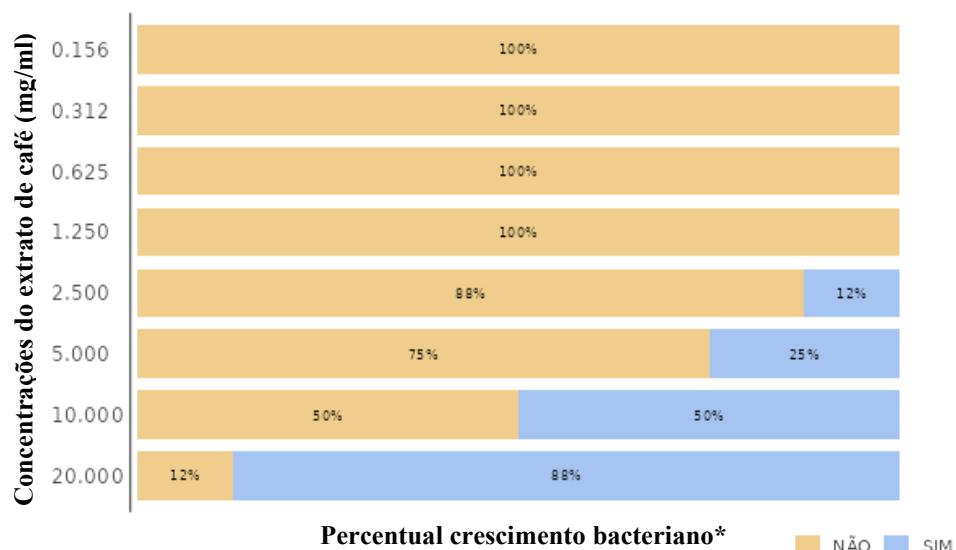
\* SA: *Staphylococcus aureus*; <sup>1</sup> CBM: concentração bactericida mínima com valores expressos em mg/ml. <sup>2</sup> Repetições: 1 (R1), 2 (R2) e 3 (R3). <sup>3</sup> >20: ausência de efeito bactericida na maior concentração avaliada (20 mg/ml).

A análise estatística demonstrou associação significativa entre as diferentes concentrações do extrato da folha de *Coffea arabica* e o crescimento de *S. aureus* ( $p < 0,001$ ). O teste exato de Fisher, aplicado devido às frequências esperadas baixas em algumas categorias, confirmou o achado ( $p < 0,001$ ). Esses resultados indicam que o efeito antimicrobiano do extrato foi dependente da concentração, com inibição bacteriana mais evidente nas maiores concentrações testadas.

Conforme demonstrado na Tabela 1, dentre as oito concentrações do extrato de café testadas, o intervalo real da CBM obtido para *S. aureus*, variou de 2,5 a 20 mg/ml. A cepa SA3 foi a mais sensível e apresentou a menor CBM (2,5 mg/ml), enquanto a cepa SA5 se mostrou mais resistente, não sendo inibida mesmo na maior concentração testada ( $>20$  mg/ml). As demais cepas (SA1, SA2, SA4, SA6, SA7 e SA8) apresentaram valores intermediários, variando entre 5 e 20 mg/ml.

Na figura 1, para cada concentração testada do extrato das folhas de café, é apresentado o padrão do crescimento das oito cepas de *S. aureus*. As barras em laranja representam o percentual de cepas que apresentaram crescimento bacteriano na respectiva concentração testada, enquanto as barras em azul indicam o percentual de cepas que tiveram seu crescimento inibido pelo extrato. Observa-se que concentrações menores (0,156 a 1,25 mg/mL) não inibiram nenhuma cepa, enquanto concentrações mais elevadas ( $\geq 2,5$  mg/mL) apresentaram efeito inibitório progressivo, alcançando até 88% de inibição na concentração de 20 mg/mL.

**Figura 1.** Percentual de cepas de *Staphylococcus aureus* inibidas (azul) ou não inibidas (laranja) frente a diferentes concentrações (mg/mL) do extrato das folhas de *Coffea arabica*.



\* Barra laranja (NÃO): indica que a concentração testada do extrato não inibiu o crescimento da bactéria; Barra azul (SIM): indica que a concentração testada do extrato inibiu o crescimento da bactéria.

Para *S. aureus*, observou-se uma resposta dependente da concentração, com aumento da eficácia antimicrobiana conforme a concentração do extrato aumentava. Especificamente, 12,5% das cepas (1 cepa) foi inibida a 2,5 mg/ml, 12,5% (1 cepa) a 5 mg/ml, 25% (2 cepas) a 10 mg/ml e 37,5% (3 cepas) a 20 mg/ml, enquanto uma cepa (12,5%) permaneceu resistente a todas as concentrações testadas, ou seja, cresceu em todas as concentrações avaliadas ( $p < 0,001$ ). Esses resultados indicam que, embora algumas cepas apresentem resistência parcial, a maior parte demonstrou sensibilidade crescente com a elevação da concentração do extrato. Desta forma, observamos que as concentrações mais altas do extrato apresentaram maior efeito bactericida, demonstrando potencial atividade antimicrobiana contra *S. aureus*.

A CBM do extrato das folhas de *Coffea arabica* também foi determinada em três repetições para as cinco cepas de *Streptococcus sp.* isoladas de animais atendidos no Hospital Veterinário, da Universidade Federal de Uberlândia (Tabela 2).

**Tabela 2.** Concentração bactericida mínima (CBM, em mg/ml), obtida em três repetições, do extrato das folhas de *Coffea arabica* frente a cinco cepas de *Streptococcus sp.* (ST), isoladas de amostras provenientes de animais atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2023.

Cepas*	CBM (mg/ml) <sup>1,3</sup>			CBM final (mg/ml)
	R1 <sup>2</sup>	R2 <sup>2</sup>	R3 <sup>2</sup>	
ST1	20	20	20	20
ST2	20	20	>20	20
ST3	20	20	20	20
ST4	20	>20	20	20
ST5	>20	>20	>20	>20

\* ST: *Streptococcus sp.*; <sup>1</sup> CBM: concentração bactericida mínima com valores expressos em mg/ml.

<sup>2</sup> Repetições: 1 (R1), 2 (R2) e 3 (R3). <sup>3</sup> >20: ausência de efeito bactericida na maior concentração avaliada (20 mg/ml).

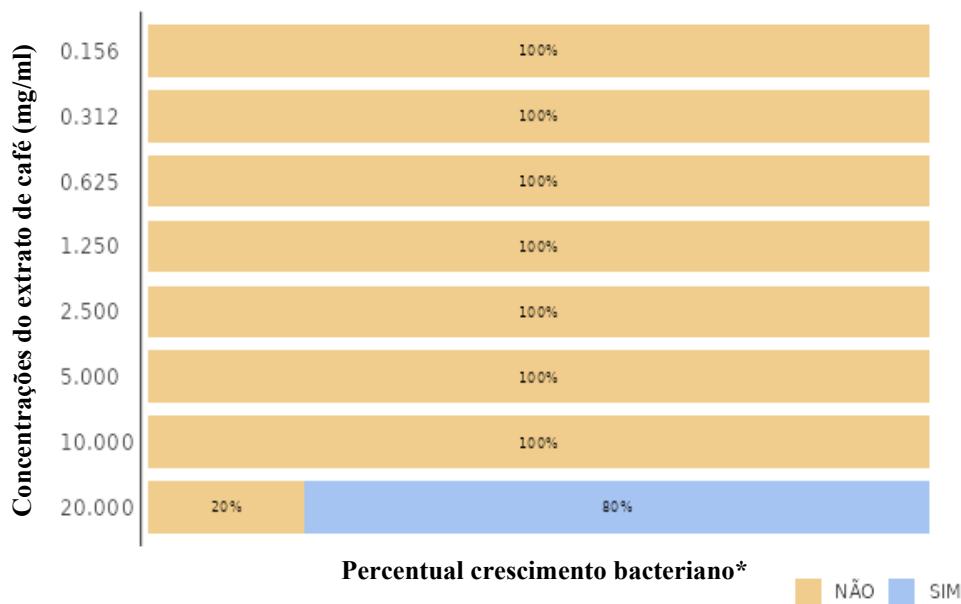
Os resultados obtidos demonstram que o extrato da folha de *Coffea arabica* apresentou atividade antimicrobiana significativa frente às cepas de *Streptococcus sp.*, evidenciada pela associação estatisticamente significativa entre as concentrações testadas e a resposta bacteriana ( $p < 0,001$ ; Teste Exato de Fisher  $p < 0,001$ ). As maiores concentrações testadas do extrato demonstraram maior inibição do crescimento da bactéria, indicando um efeito antimicrobiano dependente da concentração do extrato.

A ausência do crescimento bacteriano, tanto de *S. aureus* quanto de *Streptococcus sp.*, observada principalmente nas concentrações mais elevadas do extrato de café, sugere que o extrato possui compostos bioativos com efeito bactericida dependente da concentração. Resultados semelhantes têm sido relatados em estudos que investigam o potencial antimicrobiano de extratos vegetais ricos em polifenóis, alcaloides e outros metabólitos secundários, responsáveis por propriedades antimicrobianas. Os resultados do estudo de Chaves-Ulate *et al.* (2019) corroboram essa visão ao mostrar que extratos de café possuem atividade antimicrobiana contra *S. aureus*, esse efeito pode estar associado a compostos do café, como, por exemplo, os ácidos clorogênico, perspectiva alinhada com Duangjai *et al.* (2016) e Yosboonruang *et al.* (2021), que ressaltaram que componentes presentes no café demonstraram capacidade antimicrobiana contra *S. aureus*. Assim, os dados obtidos reforçam o potencial do extrato da folha de *Coffea arabica* como alternativa natural no controle de microrganismos patogênicos de interesse veterinário.

No caso de *Streptococcus sp.*, quatro das cinco cepas analisadas (80%) apresentaram inibição bacteriana na CBM de 20 mg/ml (ST1, ST2, ST3 e ST4), enquanto uma cepa mostrou resistência em todas as concentrações (ST5). Esses achados demonstram que, embora o extrato tenha atividade antimicrobiana, a eficácia contra *Streptococcus* demonstrou ser menor comparada com *S. aureus*, possivelmente devido a diferenças nos mecanismos de resistência intrínseca entre os gêneros bacterianos. A própria estrutura e composição de *S. aureus* e *Streptococcus* propiciam uma maior resistência aos antimicrobianos, isso devido a sua estrutura e composição, pois possuem envelope celular bastante complexo. Além disso, a resistência de *S. aureus* é em parte atribuída a presença do gene *mecA* e as mutações ribossômicas (Cheung *et al.*, 2021; Quinn *et al.*, 2018). Além disso, um mecanismo de algumas espécies de *Streptococcus* são as capsulas que desempenham a função de barreira física (Mcvey *et al.*, 2016).

Conforme demonstrado na Figura 2, concentrações entre 0,156 e 10 mg/ml não apresentaram efeito antimicrobiano, resultando em 100% de crescimento das cepas. Apenas na concentração de 20 mg/ml foi observada atividade significativa, com inibição de 80% das cepas testadas (4 cepas), evidenciando que a ação antimicrobiana do extrato sobre *Streptococcus sp.* ocorreu apenas em concentrações mais elevadas.

**Figura 2.** Percentual de cepas de *Streptococcus sp.* inibidas (azul) ou não inibidas (laranja) frente a diferentes concentrações (mg/mL) do extrato das folhas de *Coffea arabica*.



\* Barra laranja (NÃO): indica que a concentração testada do extrato não inibiu o crescimento da bactéria; Barra azul (SIM): indica que a concentração testada do extrato inibiu o crescimento da bactéria.

Diante destes resultados, observou-se que *S. aureus* apresentou uma resposta crescente conforme a concentração do extrato de café aumentava. Esses resultados indicam que o extrato de *Coffea arabica* tem potencial como composto antimicrobiano contra ambas as espécies bacterianas avaliadas, com uma eficácia particularmente alta para *S.aureus*.

A ocorrência cada vez mais crescente de microrganismos patogênicos apresentando perfis de multirresistência aos antimicrobianos tem despertado preocupação mundial, tanto na medicina humana quanto na medicina veterinária. Dados de resistência em cepas *Streptococcus* e *Staphylococcus* foi obtido em estudo conduzido por Souza *et al.* (2020), em que realizaram coleta de amostras de swab nasal de equinos com sinais clínicos de doenças respiratórias, e observaram que estes microrganismos possuíam perfil de multirresistentes aos antibióticos testados incluindo a ampicilina, oxacilina, penicilina G, cefoxitina, clindamicina, ciproloxacina, cloranfenicol, linezolid, rifampicina, vancomicina, azitromicina, gentamicina tetraciclina e sulfazotrim. Esta situação causa falhas no tratamento da doença, prolongando o tempo de recuperação dos animais, além de colocar em risco a saúde animal e a saúde pública. Lima *et al.* (2021) relata um contexto semelhante, em que foram coletadas amostras de urina de cães e gatos, previamente diagnosticados com infecção do trato urinário (ITU). Nesse estudo, os microrganismos isolados a partir de amostras de urina, foram testados quanto a sensibilidade aos antibióticos mais comumente utilizados na rotina dos hospitais veterinários. Os resultados

indicaram que os antimicrobianos amoxicilina, azitromicina, enrofloxacina, cloranfenicol, doxiciclina, penicilina G, nitrofurantoína, sulfonamidas e ciprofloxacina não estão sendo mais eficientes.

Diante do aumento da resistência aos antimicrobianos comerciais, como relatado por Cheung *et al.* (2021) e Quinn *et al.* (2018), diversos estudos têm sido conduzidos buscando alternativas naturais e viáveis na inibição do crescimento microbiano, como por exemplo, pelo uso de extratos e óleos essenciais de diversas plantas (Yosboonruang *et al.*, 2021; Bajpai *et al.*, 2013; Duangjai *et al.*, 2016). Os resultados do presente estudo corroboram com os achados de Chen *et al.* (2018), os quais demonstram que as folhas do café podem apresentar ação antimicrobiana, indicando ser uma possível alternativa para o uso de antimicrobianos tradicionais.

Estudos recentes têm apontado alternativas naturais, promissoras e sustentáveis que estão sendo comprovadas como eficientes na ação antimicrobiana contra diversas bactérias patogênicas. Portanto, no que tange a busca por alternativas viáveis para a substituição do uso de antimicrobianos, o uso de alternativas naturais, como o presente estudo pelo uso do extrato da folha de *Coffea arabica* está alinhado com a perspectiva de Yosboonruang *et al* (2021), que ressalta a eficácia da ação antimicrobiana das folhas do extrato de *Coffea robusta* contra *S. aureus*. Este resultado indica que, possivelmente, algum componente presente no extrato da folha de *Coffea arabica* podem ter ação inibitória nas cepas de *S. aureus* e *Streptococcus* sp. testadas. Assim, o efeito antimicrobiano observado, especialmente contra *S. aureus*, sugere que compostos presentes no extrato podem atuar de forma seletiva e dose-dependente, representando uma alternativa promissora aos antimicrobianos convencionais, principalmente diante da crescente resistência bacteriana.

O uso do extrato da folha de *Coffea arabica* apresenta uma perspectiva econômica sustentável que pode dar finalidade a partes da planta que até então são pouco exploradas comercialmente. Do ponto de vista da medicina humana e animal, as atividades antimicrobianas demonstradas nesse trabalho indicam que as dificuldades encontradas nos tratamentos de doenças causadas por bactérias multirresistentes podem ser solucionadas.

Dentre os desafios encontrados para realização de pesquisas foi a carência de artigos voltados especificamente para *Coffea arabica*, e sua ação antimicrobiana, sendo encontrados mais estudos com *Coffea robusta*, e devido a suas semelhanças botânicas, foi útil para essa discussão científica.

De modo geral, os resultados indicam que o extrato da folha de *Coffea arabica* apresenta potencial como alternativa natural no controle de bactérias patogênicas de importância

veterinária. Entretanto, investigações complementares seriam relevantes para investigar os componentes ativos do extrato, otimizar suas concentrações e avaliação da aplicabilidade prática da utilização desse extrato em formulações antimicrobianas em diferentes contextos clínicos veterinários.

No entanto, cabe destacar que a eficácia observada em ensaios *in vitro* não necessariamente reflete a mesma resposta *in vivo*, sendo necessários estudos adicionais para a identificação dos compostos ativos presentes no extrato, a avaliação da toxicidade e a determinação de formulações adequadas para aplicação prática na produção animal. Desta forma, seria interessante que experimentos futuros fossem conduzidos *in vivo* testando as possíveis aplicações práticas e seus efeitos.

Do ponto de vista da saúde animal, tais resultados são relevantes, considerando que *S. aureus* e *Streptococcus* sp. são importantes patógenos oportunistas em animais de produção e companhia, frequentemente associado à resistência antimicrobiana. A detecção de atividade antimicrobiana do extrato de folhas de *Coffea arabica* amplia as perspectivas para a busca de alternativas naturais no controle de infecções, sobretudo diante da crescente preocupação com o uso indiscriminado de antibióticos e o consequente surgimento de cepas resistentes.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o extrato de *Coffea arabica* apresenta atividade antimicrobiana diferenciada frente a bactérias Gram-positivas, com maior eficácia sobre *S. aureus* e efeito limitado contra *Streptococcus* sp.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAHI, Idris Nasir; ZARAZAGA, Myriam; CAMPAÑA-BURGUET, Allelén; EGUILZÁBAL, Paula; LOZANO, Carmen; TORRES, Carmen. Nasal *Staphylococcus aureus* and *S. pseudintermedius* carriage in healthy dogs and cats: a systematic review of their antibiotic resistance, virulence and genetic lineages of zoonotic relevance. **Journal Of Applied Microbiology**, [S.L.], v. 133, n. 6, p. 3368-3390, 1 dez. 2022. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/jam.15803>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36063061/>. Acesso em: 22 de agosto de 2024.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2023. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 2 de fevereiro de 2024.

AHMAD-MANSOUR, Nour; LOUBET, Paul; POUGET, Cassandra; DUNYACH-REMY, Catherine; SOTTO, Albert; LAVIGNE, Jean-Philippe; MOLLE, Virginie. *Staphylococcus aureus* Toxins: an update on their pathogenic properties and potential treatments. **Toxins**, [S.L.], v. 13, n. 10, p. 677, 23 set. 2021. MDPI AG.  
DOI:<http://dx.doi.org/10.3390/toxins13100677>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34678970/>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2024.

ANSILIERO, Rafaela; GELINSKI, Jane Lafayette Neves; SCHEFFMACHER, Michael Guilherme Costa. Identificação e avaliação da susceptibilidade a antimicrobianos de sorotipos de salmonella sp. De uma cadeia produtiva de frangos de corte do Sul do Brasil. **Evidência - Ciência e Biotecnologia**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 57-72, 28 jun. 2019. Universidade do Oeste de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.18593/eba.v19i1.20513>. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/20513>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2025.

ARAUJO, Bruna Carolina de; MELO, Roberta Crevelário de; BORTOLI, Maritsa Carla de; BONFIM, José Ruben de Alcântara; TOMA, Tereza Setsuko. Prevenção e controle de resistência aos antimicrobianos na Atenção Primária à Saúde: evidências para políticas. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 299-314, jan. 2022. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232022271.22202020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/LsgtvGPKDjmpfj5fKnXDWVg/?lang=pt>. Acesso em: 14 de agosto de 2024.

BAJPAI, Vivek K.; SHARMA, Ajay; BAEK, Kwang-Hyun. Antibacterial mode of action of Cudrania tricuspidata fruit essential oil, affecting membrane permeability and surface characteristics of food-borne pathogens. **Food Control**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 582-590, ago. 2013. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.01.032>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713513000558?via%3Dihub>. Acesso em: 23 de março de 2024.

BLONDEAU, Joseph M. Antimicrobial Resistance & ‘Man’s best Friend’: what they give to us we might be giving right back. **Future Microbiology**, [S.L.], v. 12, n. 7, p. 549-553, jun. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2217/fmb-2017-0043>. Disponível em:

<https://www-tandfonline-com.ez34.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.2217/fmb-2017-0043>. Acesso em: 22 de agosto de 2024.

CASTAÑEDA-GULLA, Kristine; SATTLEGGER, Evelyn; MUTUKUMIRA, Anthony N. Persistent contamination of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* at a broiler farm in New Zealand. **Canadian Journal Of Microbiology**, [S.L.], v. 66, n. 3, p. 171-185, mar. 2020. Canadian Science Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/cjm-2019-0280>. Disponível em: <https://cdnsciencepub.com/doi/10.1139/cjm-2019-0280> Acesso em: 5 de fevereiro de 2024.

CD59/INF/10 - Plano de ação para a resistência antimicrobiana: Relatório final - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde. 19 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/cd59inf10-plano-acao-para-resistencia-antimicrobiana-relatorio-final>. Acesso em: 14 de agosto de 2024.

CHAVES-ULATE, Evelyn Carolina; ESQUIVEL-RODÍGUEZ, Patricia. Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. **Agronomía Mesoamericana**, [S.L.], p. 299-311, 1 jan. 2019. Universidad de Costa Rica. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.32974>. Disponível em: <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/32974/36565>. Acesso em: 15 de setembro de 2025.

CHEN, Xiu-Min; MA, Zhili; KITTS, David D.. Effects of processing method and age of leaves on phytochemical profiles and bioactivity of coffee leaves. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 249, p. 143-153, maio 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.073>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617320447?via%3Dihub>. Acesso em: 24 de março de 2024.

CHEUNG, Gordon Y. C.; BAE, Justin S.; OTTO, Michael. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. **Virulence**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 547-569, 31 jan. 2021. Informa UK Limited. DOI: <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21505594.2021.18786>. Acesso em: 27 de janeiro de 2024.

COLEÇÃO SENAR. Café: formação da lavoura. SENAR. 1. Ed. Brasília: SENAR. 2017. 92 p. [https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/188-cafe\\_formacao\\_da\\_lavoura.pdf](https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/188-cafe_formacao_da_lavoura.pdf). Acesso em: 21 de outubro de 2024.

COLLIGNON, Peter J.; MCEWEN, Scott A.. One Health—Its Importance in Helping to Better Control Antimicrobial Resistance. **Tropical Medicine And Infectious Disease**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 22, 29 jan. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/tropicalmed4010022>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30700019/>. Acesso em: 21 de agosto de 2024.

DAMATTA, Fábio M.; AVILA, Rodrigo T.; CARDOSO, Amanda A.; MARTINS, Samuel C. V.; RAMALHO, José C.. Physiological and Agronomic Performance of the Coffee Crop in the Context of Climate Change and Global Warming: a review. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 66, n. 21, p. 5264-5274, 8 mar. 2018. American Chemical

Society (ACS). DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04537>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.7b04537> Acesso em: 24 de março de 2024.

DEB, Probir; DAS, Tridip; NATH, Chandan; AHAD, Abdul; CHAKRABORTY, Pankaj. Isolation of multidrug-resistant Escherichia coli, Staphylococcus spp., and Streptococcus spp. from dogs in Chattogram Metropolitan Area, Bangladesh. **Journal Of Advanced Veterinary And Animal Research**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 669, 2020. ScopeMed. <http://dx.doi.org/10.5455/javar.2020.g466>. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez34.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=&id=W3118153667>. Acesso em: 22 de agosto de 2024.

DUANGJAI, Acharaporn; SUPHROM, Nungruthai; WUNGRATH, Jukkrit; ONTAWONG, Atcharaporn; NUENGCHAMNONG, Nitra; YOSBOONRUANG, Atchariya. Comparison of antioxidant, antimicrobial activities and chemical profiles of three coffee (*Coffea arabica L.*) pulp aqueous extracts. **Integrative Medicine Research**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 324-331, dez. 2016. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.imr.2016.09.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213422016300932?via%3Dihub>. Acesso em: 30 de março de 2024.

ELISEU, Ishaku Leo; BOTHA, Francien S.; MCGAW, Lyndy Joy; ELOFF, Jacobus Nicolaas. The antibacterial activity of extracts of nine plant species with good activity against *Escherichia coli* against five other bacteria and cytotoxicity of extracts. **Bmc Complementary And Alternative Medicine**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-10, 28 fev. 2017. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12906-017-1645-z>. Disponível em: <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-017-1645-z> Acesso em: 23 de março de 2024.

FAIRES, Meredith C.; TATER, Kathy C.; WEESE, J. Scott. An investigation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization in people and pets in the same household with an infected person or infected pet. **Journal Of The American Veterinary Medical Association**, [S.L.], v. 235, n. 5, p. 540-543, 1 set. 2009. American Veterinary Medical Association (AVMA). <http://dx.doi.org/10.2460/javma.235.5.540>. Disponível em: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/235/5/javma.235.5.540.xml>. Acesso em: 09 de setembro de 2024.

GOMES, Inês Angélica Cordeiro; CASTRO, Evaristo Mauro de; SOARES, Angela Maria; ALVES, José Donizeti; ALVARENGA, Maria Inês Nogueira; ALVES, Eduardo; BARBOSA, João Paulo Rodrigues Alves Delfino; FRIES, Daniela Deitos. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica L.* cv. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 109-115, fev. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782008000100018>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/cr/a/MYmVtPzkyqkG76GFXFXS7NH/?lang=pt>. Acesso em: 21 de outubro de 2024.

GRAHAM, David W.; BERGERON, Gilles; BOURASSA, Megan W.; DICKSON, James; GOMES, Filomena; HOWE, Adina; KAHN, Laura H.; MORLEY, Paul S.; SCOTT, H. Morgan; SIMJEE, Shabbir. Complexities in understanding antimicrobial resistance across domesticated animal, human, and environmental systems. **Annals Of The New York**

**Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 1441, n. 1, p. 17-30, 29 mar. 2019. Wiley.

<http://dx.doi.org/10.1111/nyas.14036>. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30924539/>. Acesso em: 21 de agosto de 2024.

HAENNI, Marisa; LUPO, Agnese; MADEC, Jean-Yves. Antimicrobial Resistance in Streptococcus spp. *Microbiology Spectrum*, [S.L.], v. 6, n. 2, 6 abr. 2018. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0008-2017>. Disponível em: <https://journals-asm-org.ez34.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1128/microbiolspec.arba-0008-2017>. Acesso em: 16 de setembro de 2024.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Coffee report and outlook**. [s.l.: s.n.], 2023. Disponível em: [https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee\\_Report\\_and\\_Outlook\\_December\\_2023\\_ICO.pdf](https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf). Acesso em: 24 de março de 2024.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - **Aspectos botânicos/pt/botanical\_p.asp**. Disponível em: [http://www.ico.org/pt/botanical\\_p.asp](http://www.ico.org/pt/botanical_p.asp). Acesso em: 30 de março de 2024.

JONG, Anno de; YOUALA, Myriam; GARCH, Farid El; SIMJEE, Shabbir; ROSE, Markus; MORRISSEY, Ian; MOYAERT, Hilde. Antimicrobial susceptibility monitoring of canine and feline skin and ear pathogens isolated from European veterinary clinics: results of the compath surveillance programme. *Veterinary Dermatology*, [S.L.], v. 31, n. 6, p. 431, 13 set. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/vde.12886>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vde.12886>. Acesso em: 19 de agosto de 2024.

KADARIYA, Jhalka; SMITH, Tara C.; THAPALIYA, Dipendra. Staphylococcus aureus and Staphylococcal Food-Borne Disease: an ongoing challenge in public health. **Biomed Research International**, [S.L.], v. 2014, p. 1-9, 2014. Hindawi Limited. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/827965>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/827965/> Acesso em: 17 de fevereiro de 2024.

KÉROUANTON, Annaëlle.; HENNEKINNE, Jacques-Antoine.; LETERTRE, C.; PETIT, L.; CHESNEAU, Olivvier.; BRISABOIS, Anne.; BUYSER, Marie Laure. de. Characterization of Staphylococcus aureus strains associated with food poisoning outbreaks in France. *International Journal Of Food Microbiology*, [S.L.], v. 115, n. 3, p. 369-375, abr. 2007. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.050>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160507000426?via%3Dihub> Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

KHOCHAPONG, Wiriya; KETNAWA, Sunantha; OGAWA, Yukiharu; PUNBUSAYAKUL, Niramol. Effect of in vitro digestion on bioactive compounds, antioxidant and antimicrobial activities of coffee (*Coffea arabica* L.) pulp aqueous extract. *Food Chemistry*, [S.L.], v. 348, p. 129094, jun. 2021. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129094>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621000960?via%3Dihub> Acesso em: 23 de março de 2024.

KUMAR, Manoj; KUMAR, Devojit; SHUBHAM, Suástica; KUMAWAT, Manoj; VERMA, Vinod; BALABASKARAN, Praveen; JP, Devraj; KUMAR, Santosh; SINGH, Birbal; R Tiwari, Rajnarayan. Futuristic Non-Antibiotic Therapies to Combat Antibiotic Resistance: A

Review. *Frontiers in Microbiology*, vol. 12, janeiro de 2021. *Frontiers*, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.609459>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33574807/>. Acesso em: 20 de agosto de 2024.

LI, Yanli; FERNÁNDEZ, Rubén; DURÁN, Inma; MOLINA-LÓPEZ, Rafael A.; DARWICH, Laila. Antimicrobial Resistance in Bacteria Isolated From Cats and Dogs From the Iberian Peninsula. **Frontiers In Microbiology**, [S.L.], v. 11, 20 jan. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2020.621597>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2020.621597/full>. Acesso em: 21 de agosto de 2024.

LIMA, Flávia Santana; ALVES, Amanda de Oliveira; SANTANA, Bryam Amorim; FARIA, Rômulo Salignac Araújo de; NOVAIS, Ernane de Paiva Ferreira; RODRIGUES, Maurício Macedo; PERECMANIS, Simone; COSTA, Ligia Maria Cantarino da. Levantamento dos principais isolados bacterianos e seus respectivos antibiogramas de amostras de urina de cães e gatos feitos no Laboratório de Microbiologia Veterinária da FAV/UnB / Survey of the main bacterial isolates and their respective antibiograms of urine samples from dogs and cats carried out at the Laboratory of Veterinary Microbiology of the FAV/UnB. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 8, p. 76297-76307, 3 ago. 2021. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n8-040>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/33807/pdf>. Acesso em: 30 de junho de 2025.

LÖFFLER, Bettina; TUCHSCHERR, Lorena. Staphylococcus aureus Toxins: promoter or handicap during infection?. **Toxins**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 287, 19 abr. 2021. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/toxins13040287>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6651/13/4/287>. Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

LOWY, Franklin D.. Antimicrobial resistance: the example of staphylococcus aureus. **Journal Of Clinical Investigation**, [S.L.], v. 111, n. 9, p. 1265-1273, 1 maio 2003. American Society for Clinical Investigation. DOI: <http://dx.doi.org/10.1172/jci18535>. Disponível em: <https://www.jci.org/articles/view/18535>. Acesso em: 24 de março de 2024.

MESQUITA, C. M. de et al. Manual do café: implantação de cafezais Coffea arabica L. Belo Horizonte. EMATER-MG, 2016. 50p. <http://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17574>. Acesso em: 21 de outubro de 2024.

MCVEY, Scott; KENNEDY, Melissa; CHENGAPPA, M.M. **Microbiologia Veterinária**, 3<sup>a</sup> edição. Guanabara Koogan: Grupo GEN, 2016. Cap. 26, p. 189-198. E-book. ISBN 9788527728263. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527728263/>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MORRIS, Daniel O.; MAULDIN, Elizabeth A.; O'SHEA, Kathleen; SHOFER, Frances S.; RANKIN, Shelley C.. Clinical, microbiological, and molecular characterization of methicillin-resistant Staphylococcus aureus infections of cats. **American Journal Of Veterinary Research**, [S.L.], v. 67, n. 8, p. 1421-1425, ago. 2006. American Veterinary Medical Association (AVMA). <http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.67.8.1421>. Disponível em: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/ajvr/67/8/ajvr.67.8.1421.xml>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

QIAN, Cheng; CASTAÑEDA-GULLA, Kristine; SATTLEGER, Evelyn; MUTUKUMIRA, Anthony N. Mutulumira. Enterotoxicogenicity and genetic relatedness of *Staphylococcus aureus* in a commercial poultry plant and poultry farm. **International Journal Of Food Microbiology**, [S.L.], v. 363, p. 109454, fev. 2022. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109454>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016816052100413X?via%3Dihub> Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

QUINN, P J.; MARKEY, B.K; LEONARD, F C.; et al. **Microbiologia veterinária**: essencial. Sntana: Grupo A, 2018. Cap 14, p. 36-37. E-book. ISBN 9788582715000. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715000/>. Acesso em: 21 jan. 2024.

RODRIGUES, Kelly Lameiro; MOREIRA, Angela Nunes; ALMEIDA, Angela Terezinha Santiago; CHIOCHETTA, Daiane; RODRIGUES, Maria Joana; BROD, Claudiomar Soares; CARVALHAL, José Beiro; ALEIXO, José Antonio Guimarães. Intoxicação estafilocócica em restaurante institucional. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 297-299, fev. 2004. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782004000100049>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/B8ZTKCZC9JbCQcm8NDr7qRb/?lang=pt> Acesso em: 4 de fevereiro de 2024.

SILVA, Allana Carvalho; VALLE, Ana Beatriz Caribé dos Santos; LEMOS, Ari Sérgio de Oliveira; CAMPOS, Lara Melo; FABRI, Rodrigo Luiz; COSTA, Fabiano Freire; SILVA, Jeferson Gomes da; VILELA, Fernanda Maria Pinto; TAVARES, Guilherme Diniz; RODARTE, Mirian Pereira. Development and characterization of chitosan film containing hydroethanolic extract of Coffea arabica leaves for wound dressing application. **Materials Today Communications**, [S.L.], v. 38, p. 108503, mar. 2024. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.108503>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352492824004835?via%3Dihub> Acesso em: 24 de março de 2024.

SOUZA, Kedma Lorena da Silva; FUZATTI, João Vitor Stefanin; CAMARGO, Richer Costa; PINTO, Michel dos Santos; SILVA, Tainara Kossakowski; FRIAS, Danila Fernanda Rodrigues. PREVALÊNCIA DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES NA CAVIDADE NASAL DE EQUINOS ASSINTOMÁTICOS PARA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS. **Revista Univap**, [S.L.], v. 26, n. 52, p. 107, 18 dez. 2020. UNIVAP Universidade de Vale do Paraíba. <http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v26i52.2515>. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/2515/1630>. Acesso em: 16 de agosto de 2024.

STEFANSKA, Ilona; KWIECIEŃ, Ewelina; KIZERWETTER-ŚWIDA, Magdalena; CHROBAK-CHMIEL, Dorota; RZEWUSKA, Magdalena. Tetracycline, Macrolide and Lincosamide Resistance in *Streptococcus canis* Strains from Companion Animals and Its Genetic Determinants. **Antibiotics**, [S.L.], v. 11, n. 8, p. 1034, 31 jul. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/antibiotics11081034>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/11/8/1034>. Acesso em: 09 de outubro de 2024.

TAVARES, José C. **Microbiologia e Farmacologia Simplificada**. Rio de Janeiro: Thieme Brazil, 2018. p. 34-35. E-book. ISBN 9788554650674. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788554650674/>. Acesso em: 21 de janeiro 2024.

TORTORA, Gerard J.; CASE, Christiane L.; III, Warner B. Bair; WEBER, Derek; FUNKE, Berdell R.. **Microbiologia**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2025. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786558822585>. Acesso em: 18 fevereiro. 2025.

UGWU, Malachy C; OMANUKWUE, Chinedu; CHIMEZIE, Collins; OKEZIE, Ugochukwu; EJIKEUGWU, Chika; NNNABUIFE-LLOH, Ezinne; O ESIMONE, Charles. Poultry farm and poultry products as sources of multiple antimicrobial resistant salmonella and S. aureus. **Journal of tropical diseases**, Nigeria, v. 7, p. 1-5, 12 jan. 2019. DOI:10.4172/2329-891X.1000308. Disponível em: [www.walshmedicalmedia.com](http://www.walshmedicalmedia.com). Acesso em: 1 fev. 2024.

VERCELLI, Cristina; DELLA RICCA, Massimiliano; RE, Mariachiara; GAMBINO, Graziana; RE, Giovanni. Antibiotic Stewardship for Canine and Feline Acute Urinary Tract Infection: an observational study in a small animal hospital in northwest italy. **Antibiotics**, [S.L.], v. 10, n. 5, p. 562, 11 maio 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/antibiotics10050562>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/10/5/562>. Acesso em: 19 de agosto de 2024.

VERMELHO, Alane Beatriz; PEREIRA, Antônico Ferreira; COELHO, Rosalie Reed Rodrigues; SOUTO-PADRÓN, Thais. **Práticas da microbiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527735575/epubcfi/6/10\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright\]!/4/52/1:55\[/64%2C39\]](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527735575/epubcfi/6/10[%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright]!/4/52/1:55[/64%2C39]). Acesso em: 20 fevereiro 2025.

WEESE, J. S.. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Animals. **Ilar Journal**, [S.L.], v. 51, n. 3, p. 233-244, 1 jan. 2010. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ilar.51.3.233>. Disponível em: <https://academic.oup.com/ilarjournal/article/51/3/233/678707>. Acesso em: 21 de agosto de 2024.

WENDLANDT, Sarah; KADLEC, Kristina; FEßLER, Andrea T.; MEVIUS, Dik; VAN ESSEN-ZANDBERGEN, Alieda; HENGEVELD, Paul D.; BOSCH, Thijs; SCHOULS, Leo; SCHWARZ, Stefan; VAN DUIJKEREN, Engeline. Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates on broiler farms. **Veterinary Microbiology**, [S.L.], v. 167, n. 3-4, p. 632-637, dez. 2013. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.09.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378113513004586?via%3Dihub>. Acesso em: 13 de março de 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Antimicrobial Resistance. 2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 14 de setembro de 2024.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (WOAH). OIE Annual Report on Antimicrobial Agents Intended for Use in Animals: Better understanding of the global situation. Fourth report. Paris: OIE; 2020. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/a-fourth-annual-report-amr.pdf>. Acesso em: 14 de agosto de 2024.

YOSBOONRUANG, Atchariya; ONTAWONG, Atcharaporn; THAPMAMANG, Jadsada; DUANGJAI, Acharaporn. Antibacterial Activity of Coffea robusta Leaf Extract against Foodborne Pathogens. **Journal Of Microbiology And Biotechnology**, [S.L.], v. 32, n. 8, p. 1003-1010, 8 jul. 2022. Korean Society for Microbiology and Biotechnology. DOI: <http://dx.doi.org/10.4014/jmb.2204.04003>. Disponível em: <https://www.jmb.or.kr/journal/view.html?doi=10.4014/jmb.2204.04003> Acesso em: 23 de março de 2024.

## APÊNDICE A

**Tabela 1.** Informações sobre a origem das oito cepas de *Staphylococcus aureus* (SA), provenientes de amostras de cães (fêmeas), atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2023.

Cepa*	Animal	Amostra	Raça	Idade (anos)	Peso (Kg)	Data <sup>2</sup>
<b>SA1</b>	1	Ferida cirúrgica	Pinscher	4	4,2	24/04/2023
<b>SA2</b>	2	Urina	Shih Tzu	6	5,75	28/04/2023
<b>SA3</b>	3	Urina	Shih Tzu	3	3,70	08/05/2023
<b>SA4</b>	4	Urina	SRD <sup>1</sup>	3	8,9	04/07/2023
<b>SA5</b>	5	Urina	Pug	4	11	01/09/2023
<b>SA6</b>	6	Ouvido direito	SRD <sup>1</sup>	2	6,6	04/09/2023
<b>SA7</b>	6	Ouvido esquerdo	SRD <sup>1</sup>	2	6,6	04/09/2023
<b>SA8</b>	7	Urina	SRD <sup>1</sup>	8	7,4	17/10/2023

\*SA: *Staphylococcus aureus*; <sup>1</sup>SRD: sem ração definida; <sup>2</sup>Data de colheita das amostras biológicas.

## APÊNDICE B

**Tabela 2.** Informações sobre a origem das cinco cepas de *Streptococcus* sp. (ST), provenientes de amostras de animais atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2023.

Cepa*	Animal	Amostra	Espécie	Sexo	Raça	Idade (anos)	Peso (Kg)	Data <sup>2</sup>
ST1	1	Líquido biliar	Cão	Fêmea	Dachsund	13	7	14/06/2023
ST2	2	Ferida cirúrgica	Cão	Macho	SRD <sup>1</sup>	1	10	31/07/2023
ST3	3	Swab ferida	Gato	Fêmea	SRD <sup>1</sup>	3	1,13	03/08/2023
ST4	4	urina	Cão	Fêmea	SRD <sup>1</sup>	3	8,9	23/08/2023
ST5	5	urina	Cão	Macho	SRD <sup>1</sup>	4	18,7	26/10/2023

\*ST: *Streptococcus* sp.; <sup>1</sup>SRD: sem ração definida; <sup>2</sup>Data de colheita das amostras biológicas.

## APÊNDICE C

**Tabela 3.** Resistência antimicrobiana, pelo uso do teste de disco-difusão, de oito cepas de *Staphylococcus aureus* (SA), isoladas de amostras de cães atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2023.

<b>Cepas*</b>	<b>Classificação</b>		
	<b>Resistente</b>	<b>Intermediária</b>	<b>Sensível</b>
<b>SA1</b>	oxacilina	enrofloxacina	amoxicilina + ácido clavulânico, azitromicina, cefalexina, clindamicina, doxiciclina, gentamicina, sulfazotrim
<b>SA2</b>	enrofloxacino, levofloxacino, marbofloxacino		amoxicilina + ácido clavulânico, amicacina, ampicilina, ceftriaxona, florfenicol, nitrofurantoína
<b>SA3</b>	enrofloxacino, levofloxacino, marbofloxacino		amoxicilina + ácido clavulânico, amicacina, ampicilina, ceftriaxona, florfenicol, nitrofurantoína
<b>SA4</b>	amoxicilina + ácido clavulânico, ampicilina, enrofloxacino, levofloxacino, marbofloxacino, florenicol		amicacina, ceftriaxona, nitrofuratoína
<b>SA5</b>	amicacina, ceftriaxona, enrofloxacino		amoxicilina + ácido clavulânico, ampicilina, levofloxacino, marbofloxacino, nitrofurantoína
<b>SA6</b>	azitromicina, cloranfenicol, gentamicina, oxacilina, tobramicina	enrofloxacina, neomicina	amoxicilina + ácido clavulânico, ciprofloxacina
<b>SA7</b>	azitromicina, cloranfenicol, gentamicina, oxacilina, tobramicina	enrofloxacina, neomicina	amoxicilina + ácido clavulânico, ciprofloxacina
<b>SA8</b>	enrofloxacino, levofloxacino, marbofloxacino		amoxicilina + ácido clavulânico, amicacina, ampicilina, ceftriaxona, florfenicol, nitrofurantoína

\*SA: *Staphylococcus aureus*

## APÊNDICE D

**Tabela 4.** Resistência antimicrobiana, pelo uso do teste de disco-difusão, de cinco cepas de *Streptococcus* sp. (ST) isoladas de amostras de animais atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2023.

<b>Cepas*</b>	<b>Classificação</b>		
	<b>Resistente</b>	<b>Intermediário</b>	<b>Sensivel</b>
<b>ST1</b>	ceftriaxona, enrofloxacina, levofloxacina	amicacina, cefazolina	amoxicilina + ácido clavulânico, ampicilina, doxiciclina, sulfazotrim.
<b>ST2</b>	amoxicilina + ácido clavulânico, azitromicina, cefalexina, clindamicina, doxiciclina, enrofloxacina, gentamicina, oxacilina		sulfazotrim
<b>ST3</b>	amoxicilina + ácido clavulânico, azitromicina, cefalexina, clindamicina, doxiciclina, enrofloxacina, gentamicina, oxacilina		sulfazotrim
<b>ST4</b>	amoxicilina + ácido clavulânico, amicacina, ampicilina, ceftriaxona, enrofloxacino, levofloxacino, marbofloxacino, nitrofurantoína		florfenicol
<b>ST5</b>	amoxicilina + ácido clavulânico, azitromicina, cefalexina, clindamicina, doxiciclina, enrofloxacina, gentamicina, oxacilina		sulfametoxazol + trimetoprim

\*ST: *Streptococcus* sp.