

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**  
**Pós-Graduação em Saúde Única**

**Renata Gâino**

**OCORRÊNCIA E PERFIL DA SUSCETIBILIDADE A  
ANTIMICROBIANOS DE *STAPHYLOCOCCUS* SPP. ISOLADOS DE  
CÃES E GATOS: PARTICIPAÇÃO DE LABORATÓRIOS  
COMERCIAIS NA VIGILÂNCIA DA RESISTÊNCIA BACTERIANA A  
ANTIMICROBIANOS**

**São Paulo**

**2025**

**Renata Gâino**

**OCORRÊNCIA E PERFIL DA SUSCETIBILIDADE A  
ANTIMICROBIANOS DE *STAPHYLOCOCCUS* SPP. ISOLADOS DE  
CÃES E GATOS: PARTICIPAÇÃO DE UM LABORATÓRIO  
COMERCIAL NA VIGILÂNCIA DA RESISTÊNCIA BACTERIANA A  
ANTIMICROBIANOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Saúde Única da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador(a): Prof. Dra. Natália Carrillo Gaeta.

**São Paulo**

**2025**

## FICHA CATALOGRÁFICA

G613p Gaino, Renata.

Ocorrência e perfil da suscetibilidade a antimicrobianos de *staphylococcus spp.* Isolados de cães e gatos: participação dos laboratórios comerciais na vigilância da resistência bacteriana a antimicrobianos / Renata Gaino. – São Paulo, 2025.

43 p.: il., color.

TCC Graduação. (Mestrado Stricto Sensu em Saúde Única) - Universidade Santo Amaro, 2025.

Orientador: Profa. Dra. Natália Carrillo Gaeta.

Bibliografia incluída.

1. Estafilococos. 2. Vigilância. 3. Pequenos animais. I. Gaeta, Natália Carrillo, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

CDD 610

**Renata Gâino**

**OCORRÊNCIA E PERFIL DA SUSCETIBILIDADE A  
ANTIMICROBIANOS DE *STAPHYLOCOCCUS* SPP. ISOLADOS DE  
CÃES E GATOS: PARTICIPAÇÃO DE UM LABORATÓRIO  
COMERCIAL NA VIGILÂNCIA DA RESISTÊNCIA BACTERIANA A  
ANTIMICROBIANOS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Saúde Única da Universidade Santo Amaro — UNISA, como requisito final para obtenção do título Mestre em Ciências.

Orientador(a): Profa. Dra. Natália Carrillo Gaeta

São Paulo, 11 de dezembro de 2025.

**Banca Examinadora**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Natália Carrillo Gaeta

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel F. S. Raimondo

---

Prof. Dr. Victor Nowosh

Conceito Final: \_\_\_\_\_

## RESUMO

Testes laboratoriais de susceptibilidade, a vigilância integrada da resistência e a prescrição correta de antimicrobianos tornam-se indispensáveis para conter a disseminação de genes de resistência e bactérias resistentes, como o *Staphylococcus* spp., entre animais, humanos e o ambiente. O presente estudo teve como objetivo analisar dados de um laboratório comercial de Botucatu (SP) para avaliar a frequência e o perfil de resistência de *Staphylococcus* spp. isolados de cães e gatos entre 2019 e 2024. Foram analisados 246 laudos microbiológicos contendo resultados de cultivo, identificação bacteriana e testes de susceptibilidade, abrangendo 27 antimicrobianos de classes diversas. Dados demográficos e clínicos, como ano, sexo, tipo de amostra e espécie animal, foram extraídos e organizados em planilha. A análise estatística incluiu frequências absolutas e relativas com IC 95%, testes qui-quadrado ou exato de Fisher, adotando  $p < 0,05$  como significância. A distribuição temporal mostrou maior número de isolados nos anos de 2020 (23,6%) e 2024 (20,3%). A maioria das amostras foi proveniente de cães (80,1%), com predominância de amostras de pele ou ouvido (62,2%). O gênero *Staphylococcus* foi majoritariamente representado por *S. aureus* (73,2%). A resistência a pelo menos um antimicrobiano foi observada em 73,6% dos isolados, e 38,2% foram classificados como multidroga resistentes (MDR). Destes, pouco mais de 16% apresentaram resistência à cefoxitina, indicando possível presença de resistência a meticilina. Os resultados reforçam o papel dos laboratórios comerciais como fonte estratégica de dados para vigilância da resistência antimicrobiana. Esses serviços, especialmente em países de renda média, são fundamentais para identificar tendências, subsidiar práticas clínicas e fornecer suporte para políticas de controle. O predomínio de resistência a antimicrobianos críticos e de uso compartilhado entre humanos e animais levanta alertas importantes na perspectiva da Uma Só Saúde. A presença significativa de *S. aureus* MDR, com possível MRSA, evidencia riscos tanto para a medicina veterinária quanto para a saúde pública.

**Palavras-chave:** Estafilococos; multidroga-resistente; Pequenos animais.

## ABSTRACT

Laboratory susceptibility testing, integrated resistance surveillance, and the correct prescription of antimicrobials are essential to contain the spread of resistance genes and resistant bacteria, such as *Staphylococcus spp.*, across animals, humans, and the environment. This study aimed to analyze data from a commercial laboratory in Botucatu (São Paulo, Brazil) to assess the frequency and resistance profile of *Staphylococcus spp.* isolated from dogs and cats between 2019 and 2024. A total of 246 microbiological reports containing culture results, bacterial identification, and susceptibility testing were examined, covering 27 antimicrobials from various classes. Demographic and clinical data—including year, sex, sample type, and animal species—were extracted and organized into a spreadsheet. Statistical analysis included absolute and relative frequencies with 95% confidence intervals (95% CI), and chi-square or Fisher's exact tests, adopting  $p < 0.05$  as the significance threshold. Temporal distribution revealed a higher number of isolates in 2020 (23.6%) and 2024 (20.3%). Most samples originated from dogs (80.1%), predominantly from skin or ear samples (62.2%). The genus *Staphylococcus* was largely represented by *S. aureus* (73.2%). Resistance to at least one antimicrobial was observed in 73.6% of isolates, and 38.2% were classified as multidrug-resistant (MDR), mostly *S. aureus*. Among these, just over 16% showed resistance to ceftiofur, suggesting possible methicillin resistance. These findings reinforce the role of commercial laboratories as strategic data sources for antimicrobial resistance surveillance. Such services—particularly in middle-income countries—are essential for identifying trends, supporting clinical practices, and informing control policies. The predominance of resistance to critical antimicrobials used in both human and veterinary medicine raises important One Health concerns. The significant presence of MDR *S. aureus*, with possible MRSA, highlights risk for both veterinary medicine and public health. The recent decrease in the proportion of resistant isolates may be related to changes in clinical practices, increased use of susceptibility testing, or sampling fluctuations.

**Keywords:** *Staphylococcus*; multidrug-resistant; Small Animals.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização dos isolados analisados quanto ao ano do diagnóstico, hospedeiro de origem e respectivo sexo e tipo de amostra	17
Tabela 2	Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024, em relação a caracterização taxonômica ou bioquímica	18
Tabela 3	Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 em relação a multidroga resistência e a resistência a pelo menos um princípio antimicrobiano testado.	20
Tabela 4	Distribuição dos isolados resistentes a ao menos um antimicrobiano testado, analisados de 2019 a 2024, em relação às variáveis estudadas.	28
Tabela 5	Distribuição dos isolados multidrogas resistentes em relação às variáveis estudadas.	29
Tabela 6	Distribuição dos isolados resistentes a ao menos um antimicrobiano testado e multidroga resistentes, analisados de 2019 a 2024, em relação às classes de antimicrobianos testadas	30
Tabela 7	Distribuição dos isolados resistentes às classes de antimicrobianos em relação aos anos estudados.	33

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 em relação a 22  
resistência a diferentes classes de antimicrobianos testadas.
- Figura 2 Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 resistentes a 24  
pelo menos um princípio antimicrobiano testado, em relação aos  
anos analisados.
- Figura 3 Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 multidroga- 25  
resistentes (MDR), em relação aos anos analisados.
- Figura 4 Percentual de isolados resistentes por classe de antimicrobianos 26  
entre 2019 e 2024
- Figura 5 Distribuição das bactérias resistentes aos princípios testados em 37  
relação aos anos estudados às espécies isoladas.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABINPET	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação
ADM	Aditivos Melhoradores de desempenho
Ex.	Exemplo
IC	Índice de Confiança
MRD	Multidroga-resistente
MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a metilina
OMS	Organização Mundial da Saúde
RAM	Resistência a Antimicrobianos
SCN	<i>Staphylococcus coagulase-</i> negativo
SCP	<i>Staphylococcus coagulase-</i> positivo
SP	São Paulo

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	08
2	Objetivos .....	14
2.1	Objetivos Gerais.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
3	Materiais e Métodos.....	15
3.1	Obtenção de Banco de dados.....	15
3.2	Análise Estatística.....	15
4	Resultados e discussão.....	16
4.1	Caracterização Geral dos isolados.....	16
4.2	Susceptibilidade a antimicrobianos.....	20
4.3	Análise temporal.....	23
4.4	Caracterização da Resistencia e Multirresistência.....	27
5	Conclusão.....	38
	Referências.....	39

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo estudos da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET), o Brasil apresenta cerca de 160 milhões de animais de estimação, uma alta de 3,3% em relação a 2022 (ABINPET, 2024). Com isso, o mercado deste seguimento é bastante aquecido, com 77 bilhões de faturamento em 2024 e deste total, o setor de serviços veterinários teve alta de 14,2% (ABINPET, 2024). Esses dados mostram que a preocupação e cuidados com os pets remete a um maior número de idas às consultas e, conseqüentemente, maior número de exames solicitados, incluindo àqueles que prevêm a susceptibilidade bacteriana aos antimicrobianos.

Testes de susceptibilidade a antimicrobianos são essenciais para auxiliar o clínico veterinário durante a conduta terapêutica (LAGIER, et al. 2015; BAYOT; BRAGG, 2024). Além disso, podem ser utilizados para estudos epidemiológicos que visam avaliar o perfil de resistência de agentes bacterianos isolados de diferentes hospedeiros, sendo fundamentais para o monitoramento de tendências ao longo do tempo, identificação de surtos e desenvolvimento de políticas de uso racional de antimicrobianos (WENZLER, et al. 2023).

A resistência a antimicrobianos (RAM) é um tema de grande relevância para a Uma Só Saúde e um desafio para a medicina moderna, haja vista a identificação cada vez mais frequente de cepas multirresistentes em todo o mundo (COHEN, 2000). A resistência bacteriana pode ser definida como: “quando bactérias, vírus e parasitas não respondem mais aos medicamentos antimicrobianos”, segunda a Organização Mundial de Saúde. (WHO, 2023) e a emergência destas bactérias afeta diretamente a saúde humana e animal, em razão do risco de falhas no tratamento de infecções, levando ao aumento de morbidade, mortalidade, aumento no tempo de internação e custos (WHO, 2023; AHMED et al. 2024; SHARMA, et al. 2024). Trata-se de um problema multifatorial e complexo, uma vez que envolve diferentes mecanismos de resistência e transferência gênica, diversas espécies bacterianas, interações humano-animal-ambiente e reservatórios (GUARDABASSI, et al., 2004). Dada a sua importância, o tema tem levantado questionamentos a respeito do uso dos antimicrobianos nas mais diversas áreas, tais como a medicina humana, veterinária, produção animal, aquacultura e agricultura, tendo em vista a pressão seletiva decorrente do uso indiscriminado desses medicamentos (COSTA, et al., 2013).

Os mecanismos envolvidos na resistência a antimicrobianos podem ser intrínsecos ou adquiridos (ABUSHAHEEN, et al. 2020). No primeiro caso, essa resistência está relacionada a uma característica compartilhada em uma espécie bacteriana, independe da exposição prévia a antibióticos e não está relacionada à transferência horizontal de genes (COX, et al. 2013). Já a resistência adquirida é frequentemente mediada por genes localizados em elementos genéticos móveis, como plasmídeos e transposons, o que facilita a disseminação entre diferentes espécies e gêneros bacterianos por transferência genética horizontal (VAN HOEK, et al. 2011). Por fim, entre os principais mecanismos de resistência destacam-se a produção de enzimas inativadoras (como as  $\beta$ -lactamases), a modificação de alvos moleculares, a redução da permeabilidade da membrana bacteriana e o aumento da atividade de bombas de efluxo (REYGAERT, 2018).

A RAM é um processo natural dos microrganismos, dada a necessidade de se perpetuar na comunidade polimicrobiana dos diversos habitats, e que ocorre por modificações genéticas (UDDIN, et al. 2021). Entretanto, a emergência e propagação da RAM está relacionada a diversos fatores, como o uso excessivo ou incorreto de antimicrobianos na medicina humana e veterinária, a automedicação, a prescrição inadequada e o descarte inadequado de medicamentos (REYGAERT, 2018), além do uso de antibióticos como aditivos melhoradores de desempenho (AMD), na produção animal (MA, et al. 2021).

Na área veterinária, a disseminação de bactérias resistentes é associada aos quatro usos dos antimicrobianos: profilático, terapêutico, metafilático e como aditivos melhoradores de desempenho (AMD) (JOHNSTON, 1998). No primeiro caso, animais saudáveis recebem antimicrobianos de modo preventivo; no segundo, os animais, já doentes, são tratados para a enfermidade bacteriana. No terceiro caso, os antimicrobianos são utilizados para a diminuir a disseminação de doenças infecciosas em uma população com animais infectados, a partir do tratamento da população total (AVMA, 2021). Por fim, os AMD são antimicrobianos adicionados em subdoses à ração dos animais de produção, para promover o crescimento do animal (TOLDRÁ REIG, 2016). Esses quatro usos, principalmente os AMD, têm sido especialmente associados ao aumento da pressão seletiva, favorecendo a seleção e disseminação de cepas resistentes que podem ser transmitidas aos humanos direta ou indiretamente, por meio da cadeia alimentar, do contato com animais ou do ambiente contaminado (PRESCOTT, 2017; CANESCHI, et al. 2023).

O uso terapêutico de antimicrobianos na medicina veterinária ocorre principalmente na clínica de cães e gatos. No Brasil, um estudo retrospectivo conduzido no Hospital Veterinário de uma Universidade da região sudeste, mostrou que o metronidazol foi o princípio mais utilizado em cães, enquanto que a amoxicilina + ácido clavulânico foi o mais utilizado em gatos (CHICUTI, et al. 2022). Em um trabalho semelhante conduzido em outra Universidade da mesma região, (BONATTO, et al.2016) destacaram que os antimicrobianos mais utilizados na clínica cirúrgica local foram ampicilina, metronidazol, cefalotina, cefalexina, ceftriaxona, amoxicilina + clavulanato, enrofloxacino e tobramicina. Por fim, outros antimicrobianos comumente utilizados, não descritos nesses trabalhos, porém relatados pelos clínicos são: ciprofloxacina, doxiciclina, sulfa com trimetoprima, clindamicina, enrofloxacina, cefovecina.

A discussão sobre o uso de antimicrobianos em medicina veterinária, especialmente em animais de companhia, ganha relevância quando se considera a sobreposição entre as classes utilizadas em humanos e em animais. Com o intuito de utilizar estes medicamentos de forma prudente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) elaborou e lançou o Guia de Uso Racional de Antimicrobianos para Cães e Gatos (MAPA, 2022), como parte de um plano para mitigar a resistência bacteriana a antimicrobianos. Além disso, o fato de medicamentos como amoxicilina, cefalexina e penicilina serem amplamente utilizados em ambos os contextos acende um alerta em termos da Uma Só Saúde, já que o uso indiscriminado em qualquer um dos setores pode contribuir para a emergência e disseminação de resistência.

Essa preocupação é reforçada pela categorização feita pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a qual elaborou uma lista com os antimicrobianos criticamente importantes para a medicina humana, a qual é atualizada a cada dois anos. Na versão mais recente (WHO 2024), cefalosporinas de terceira geração (ex. ceftriaxona) e quinolonas (ex. ciprofloxacina), são classificadas como princípios de prioridade mais alta ou criticamente importantes, pois são classes que apresentam evidências de transmissão de resistência em hospedeiros não-humanos. Entre aqueles de alta prioridade “ou seja”, altamente importante destacam-se os aminoglicosídeos (ex. gentamicina), cefalosporinas de primeira e segunda gerações (ex. cefalexina). Por fim, antimicrobianos importantes, as tetraciclinas ( como exemplo a doxiciclina) e a nitrofurantoína, respectivamente, também devem ter seu uso de

forma prudente para prevenir resistência bacteriana

Nesse sentido, a vigilância integrada e o uso racional de antimicrobianos tornam-se estratégias indispensáveis. A resistência transpassa barreiras entre espécies e ambientes, e genes de resistência selecionados em um cão tratado com fluoroquinolona, por exemplo, podem ser transferidos a bactérias com potencial zoonótico. Por isso, é fundamental que a prescrição veterinária seja feita com base em testes de sensibilidade, e que protocolos de uso responsável considerem as diretrizes internacionais. A adoção de medidas que levem em conta a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental é essencial para preservar a eficácia dos antimicrobianos e evitar um futuro em que infecções comuns se tornem intratáveis.

Algumas afecções destacam-se como as principais causas de prescrição e uso de antimicrobianos em cães e gatos. (PAPICH, 2023), por exemplo, refere que a foliculite bacteriana superficial é a principal razão para o uso de antimicrobianos na prática veterinária de pequenos animais. Já em um estudo conduzido no Chile, os antimicrobianos foram mais utilizados em doenças de origem dermatológicas - como piodermite, além de otite e abscessos (GALARCE, et al. 2021). No Brasil, por fim, afecções de origem osteoarticulares, gastrointestinal, tegumentar e urinário, foram as principais causas do uso de antimicrobianos em cães e gatos (CHICUTE, et al. 2022).

Entre os agentes bacterianos relacionados às afecções supracitadas, destacam-se espécies do gênero *Staphylococcus*. Fazendo parte da microbiota normal da pele e mucosas, o gênero *Staphylococcus* pertence à Classe Bacilli, Ordem Bacillales e Família *Staphylococcaceae*. É composto por bactérias em formato de cocos que se agrupam em “cachos de uva”, sendo classificadas como Gram-positivas e catalase positivas (KONEMAN, et al. 2012). São mesófilas, com uma grande amplitude para crescimento bacteriano, variando de 7°C até 47,8°C, e são potentes produtores de enterotoxinas que resistem a altas temperaturas. Têm crescimento em pH variável entre 4,2 e 9,3 e são consideradas halofílicas, pois toleram concentração de até 15% de NaCl. A depender da produção da enzima coagulase, são classificados em *Staphylococcus* coagulase-negativos (SCN) ou *Staphylococcus* coagulase-positivos (SCP), sendo esta última, geralmente composta por espécies mais patogênicas (KONEMAN, et al. 2012), como *S. aureus*, *S. pseudintermedius* e *S. schleiferi*. Importantes exemplos de SCN são *S. epidermidis*, *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. simulans*, *S. lugdunensis*, *S. chromogenes* e *S. warneri*, já detectados e/ou isolados

em animais (GAETA, et al. 2023a; GAETA, et al. 2023b).

Até o momento, foram descritas 45 espécies e 24 subespécies (GHERARDI, et al. 2018), das quais 32 espécies apresentam importância clínica humana e animal. Na clínica médica de pequenos animais, as principais espécies de *Staphylococcus* relacionadas a infecções, são: *S. pseudintermedius*, *S. aureus* e *S. schleiferi*. *S. pseudintermedius* e *S. schleiferi* são espécies oportunistas e frequentemente relacionadas a casos de piodermite e otite em cães e gatos (VAN DUIJKEREN, et al. 2011; NAING, et al. 2023). Além disso, essas espécies são regularmente associadas a casos de infecção do trato urinário em pequenos animais (MARQUES, et al. 2016; DARWICH, et al. 2021), embora outras espécies, em menor frequência, também sejam relatadas – como *S. felis* e *S. chromogenes* (DARWICH, et al. 2021; SAKAUCHI, et al. 2025)

A resistência a antimicrobianos em *Staphylococcus* é um problema mundial crescente em cães e gatos, em especial, relacionada àquelas cepas multidroga-resistentes (MDR). Isolados MDR são aquelas resistentes a pelo menos três classes de antimicrobianos diferentes (ou com mecanismos de ação diferentes) (MAGIORAKOS, et al. 2012). A frequência desses isolados varia entre os trabalhos, mas, é geralmente acima de 30%. Na Alemanha, por exemplo, 42,7% dos SCoP obtidos de cães e gatos mostraram-se MDR (AURICH, et al. 2022), enquanto em Bangladesh, aproximadamente 90% dos isolados de *S. pseudintermedius* obtidos de gatos demonstraram-se MDR (RANA et al. 2024) e, em Portugal, 95.8% foram classificados como MDR. (BRANQUINHO, et. Al. 2014). Nos últimos três anos, estudos brasileiros também destacam uma alta ocorrência de *Staphylococcus* spp. MDR de cães e/ou gatos, com frequências variando entre 25% e 80% (VIEGAS, et al. 2022; BREYER, et al. 2023; SANTANA, et al. 2023; TEIXEIRA, et al. 2023; SOUZA, et al. 2024).

A disseminação de cepas resistentes de *Staphylococcus* spp. entre animais de companhia e humanos reforça a necessidade de estratégias integradas para controlar a resistência antimicrobiana. A convivência próxima entre pets e seus donos facilita a troca de patógenos, e a presença de cepas resistentes em animais pode atuar como reservatório de resistência para humanos. Este cenário exige uma abordagem coordenada entre profissionais de saúde humana e veterinária, promovendo o uso racional de antimicrobianos e implementando práticas eficazes de controle de infecções. Diante deste cenário e da necessidade de informações atualizadas no

assunto, tornam-se imprescindíveis pesquisas destinadas a caracterização e estudo da suscetibilidade a antimicrobianos em *Staphylococcus* spp. isolados a partir de diferentes amostras obtidas de cães e gatos, além da discussão quanto às possíveis implicações à Uma Só Saúde. (MEDEIROS, et. Al, 2025).

A vigilância de patógenos resistentes a antimicrobianos, em especial os *Staphylococcus* spp. deve ser incentivada e realizada em conjunto, com participação de laboratórios comerciais de diagnóstico, clínicos e pesquisadores. Os laboratórios comerciais desempenham um papel estratégico na vigilância de patógenos resistentes a antimicrobianos (GANDRA, et al. 2016), pois são frequentemente os principais pontos de entrada de amostras clínicas oriundas de animais de companhia, possibilitando a geração de dados em larga escala sobre perfis de suscetibilidade antimicrobiana. Essa capilaridade e frequência de testagens permitem a detecção precoce de cepas resistentes, incluindo aquelas MDR, contribuindo significativamente para a identificação de tendências regionais e setoriais. É por isso que (GANDRA et al. 2016), destacam que "... laboratórios privados e hospitais geram uma "mina" de informações que podem ser exploradas para dar suporte aos esforços de vigilância da resistência antimicrobiana". Além disso, os autores reiteram que o setor privado cria oportunidades para coletar e aproveitar dados de qualidade sobre resistência antimicrobiana.

Além disso, os laboratórios comerciais são essenciais para a integração dos dados de resistência no contexto da abordagem de Uma Só Saúde, favorecendo o diálogo entre os setores animal, humano e ambiental. Quando seus sistemas de informação são adequadamente estruturados e os dados são compartilhados com redes de vigilância, como programas nacionais e internacionais de monitoramento, esses laboratórios fortalecem a capacidade de resposta frente ao avanço da resistência antimicrobiana. (GANDRA, et al. 2016) afirmam ainda que, os laboratórios comerciais têm papel fundamental na vigilância de patógenos em países de média e baixa renda e que os dados desses laboratórios podem ser compilados em repositórios online para disponibilização gratuita desses dados, como acontece com o projeto ResistanceMap (CDDEP, 2016). Portanto, sua participação ativa e padronizada é indispensável para uma vigilância eficaz, orientada por evidências e alinhada às estratégias globais de contenção da resistência e, por isso, a vigilância epidemiológica de patógenos resistentes utilizando dados de laboratórios privados devem ser incentivados.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo é analisar um banco de dados de um laboratório comercial, a fim de avaliar a frequência e o perfil de suscetibilidade a antimicrobianos de *Staphylococcus* spp. isolados de cães e gatos, em amostras processadas de 2019 a 2024.

### 2.2 Objetivos específicos

- Traçar a frequência das espécies de *Staphylococcus* spp. isolados de cães e gatos a partir de banco de dados de laboratório comercial de diagnóstico;
- Determinar o perfil de suscetibilidade a antimicrobianos de espécies de *Staphylococcus* spp. isolados de cães e gatos a partir de banco de dados de laboratório comercial de diagnóstico;
- Determinar as características dos isolados frente a variáveis como o tipo de amostra e espécie/raça de origem, diagnóstico presuntivo, idade e sexo.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

#### 3.1 Obtenção do banco de dados e extração das informações

Para o presente estudo, foi utilizado um banco de dados elaborado com laudos contendo informações referentes aos *Staphylococcus* spp. isolados de cães e gatos, proveniente de diagnósticos realizados nos últimos cinco anos (de 2019 a 2024) por um laboratório comercial de diagnóstico veterinário localizado em Botucatu, São Paulo, Brasil. Este trabalho foi conduzido utilizando os critérios éticos e em conformidade e aprovação do Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Santo Amaro (CEUA-UNISA), Nº 45/2024.

Todos laudos microbiológicos de pacientes caninos e felinos, contendo cultivo e isolamento bacteriano e antibiograma, liberados de 2019 a 2024 foram analisados, foram excluídos os laudos para todas as demais bactérias que não são de interesse para estudo, ficando apenas as positivas para *Staphylococcus* spp. De cada laudo, foram extraídas, quando presentes, informações referentes ao ano do diagnóstico, espécie animal, sexo, local de origem da amostra, tipo de amostra, espécie bacteriana isolada, e suscetibilidade da bactéria (sensível, intermediário, resistente) aos seguintes antimicrobianos (quando testados): amicacina, amoxicilina + ácido clavulânico, amoxicilina, azitromicina, cefoxitina, cefalexina, ciprofloxacina, clindamicina, cefaclor, cloranfenicol, cefalotina, ceftiofur, ceftriaxona, cefotaxima, ceftazidima, doxiciclina, enrofloxacin, florfenicol, gentamicina, imipenem, levofloxacina, marbofloxacina, neomicina, norfloxacina, oxacilina, penicilina, tetraciclina, polimixina, lincosamida, sulfametoxazol+trimetoprim e tobramicina. Cabe resaltar que a escolha dos antibióticos testados seguem os padrões do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), órgão que desenvolve padrões para laboratórios clínicos e de saúde, há também casos em que os clínicos pedem para testar determinados antibióticos. As informações extraídas foram armazenadas em planilha Excel e utilizadas para análise estatística.

#### 3.2 Análise Estatística

Inicialmente, as variáveis categóricas foram descritas por meio de frequências absolutas e relativas, com cálculo dos intervalos de confiança de 95% (IC95%). Para a comparação de proporções entre grupos, foi empregado o teste qui-quadrado de

independência, ou o teste exato de Fisher quando indicado pela baixa frequência esperada nas células. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Resultados com valor de  $p$  inferior a esse limiar foram considerados estatisticamente significativos. Importante destacar que a suscetibilidade a antimicrobianos foi analisada separadamente por droga (princípio) e por classe de antimicrobianos (aminoglicosídeo, beta-lactâmico, fenicóis, lincosamida, macrolídeo, polipeptídeo, quinolona, sulfonamida e tetraciclina). Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software Rstudio (versão 2024.09.1) (RTEAM, 2020).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os dados referentes a 246 isolados caracterizados como *Staphylococcus* spp. obtidos ao longo de cinco anos de diagnósticos realizados em um laboratório comercial de Botucatu, São Paulo, a partir de amostras clínicas de cães e gatos.

### 4.1 Caracterização geral dos isolados

A distribuição temporal das amostras revelou maior concentração de diagnósticos nos anos de 2020 (23,6%) e 2024 (20,3%), sugerindo intensificação na demanda por diagnóstico laboratorial ou aumento da vigilância nesse período. A maioria das amostras foi proveniente de cães (80,1%), seguidos por gatos (14,6%), com predomínio de amostras oriundas de pacientes machos (53,7%), porém com homogeneidade na distribuição dos sexos.

De acordo com a ABINPET, o Brasil apresenta aproximadamente 55,1 milhões de cães e 24,7 milhões de gatos (<https://abinpet.org.br/pet-essencial/>). Embora não haja a divulgação de resultados para o estado, se estimam cerca de 1.874.601 cães e 810.806 gatos vivendo somente no município de São Paulo (SÃO PAULO, 2015). Essa diferença no número de cães e gatos pode explicar a análise majoritária de amostras de cães. Além disso, animais que vivem solitariamente na natureza, como os gatos, desenvolveram a capacidade de mascarar sinais clínicos de enfermidades, a fim de não se tornarem presas fáceis para predadores. Esse comportamento instintivo também é observado em gatos domésticos, que tendem a ocultar sintomas mesmo quando estão doentes. Dessa forma, o menor número de amostras felinas analisadas pode, em parte, ser justificado por essa característica comportamental da espécie (Monteiro et al. 2022).

Quanto ao tipo de amostra, as categorias “swab diverso” (33,3%), aqui categorizado, devido a falta de dados no formulário de envio das amostras e otorrino-ocular (28,9%) foram as mais frequentes, seguidas pelas amostras urinárias (17,9%) e tegumentares (11,8%), refletindo uma maior frequência de infecções em sítios superficiais ou acessíveis. (Tabela 1).

**Tabela 1** - Caracterização dos isolados analisados quanto ao ano do diagnóstico, hospedeiro de origem e respectivo sexo e tipo de amostra.

<b>Variável</b>	<b>Categorias</b>	<b>N</b>	<b>% (IC95%)</b>
<b>Ano</b>	2019	24	9,8 (6,5-13,9)
	2020	58	23,6 (18,6-29,2)
	2021	41	16,7 (12,4-21,7)
	2022	33	13,4 (9,6-18,1)
	2023	40	16,3 (12,1-21,3)
	2024	50	20,3 (15,7-25,7)
<b>Hospedeiro</b>	Cão	197	80,1 (74,8-84,7)
	Gato	36	14,6 (10,6-19,5)
	Cão ou Gato	13	5,3 (3-8,6)
<b>Sexo</b>	Macho	132	53,7 (47,4-59,8)
	Fêmea	114	46,3 (40,2-52,6)
<b>Tipo de amostra (recategorizado)</b>	Urinário	44	17,9 (13,5-23)
	Tegumentar	29	11,8 (8,2-16,3)
	Otorrino-Ocular	71	28,9 (23,5-34,7)
	Swab - diverso	82	33,3 (27,7-39,4)
	Outros (cavidade abdominal, material ortopédico, órgão, músculo, secreção)	20	8,1 (5,2-12)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Cães e gatos podem ser acometidos por diversas enfermidades as quais se relacionam a vários sítios anatômicos. Para cada enfermidade, o diagnóstico geralmente baseia-se no exame físico e em exames complementares. Na eventual suspeita de infecção bacteriana, exames bacteriológicos como o cultivo e isolamento demandam amostras representativas no sítio da infecção, como urina, biópias e fragmentos, por exemplo. Ao estudar a prevalência de condições clínicas em cães e gatos em um hospital veterinário em

Bangladesh, (SARKER, et al. 2015) observaram maior prevalência de condições infecciosas que não infecciosas. Das condições que mais frequentemente deslocam cães e gatos ao atendimento veterinário e em que o exame microbiológico é solicitado, destacam-se as infecções do trato urinário inferior e as de origem otológica e dermatológica (SARKER, et al. 2015; KOUAMO, et al. 2021; OKWEE-ACAI, et al. 2024). Estudos brasileiros também corroboram com os resultados do presente estudo. Em estudo realizado em Goiás, por exemplo, a maioria (86,3%) dos pacientes atendidos eram cães, seguidos por gatos (12%). Além disso, as doenças infecciosas foram as principais responsáveis pela busca por atendimento veterinário, seguidas pelos problemas dermatológicos (CERQUEIRA et al. 2025).

Em relação à identificação bacteriana, *Staphylococcus aureus* representou a espécie mais isolada (73,2%), seguido por isolados não tipificados até o nível de espécie (*Staphylococcus* spp., 17,5%) e *Staphylococcus* coagulase-negativos (SCN, 8,9%). Apenas um isolado foi identificado como *S. haemolyticus* (Tabela 2)

**Tabela 2** - Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024, em relação a caracterização taxonômica ou bioquímica.

	<b>Isolado</b>	<b>N</b>	<b>% (IC95%)</b>
<b>Espécie</b>	<i>S. aureus</i>	180	73,2 (67,4-78,4)
	<i>S. haemolyticus</i>	1	0,4 (0-1,9)
	SCN	22	8,9 (5,9-13)
	<i>Staphylococcus</i> spp.	43	17,5 (13,1-22,6)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Os cocos Gram-positivos são as bactérias mais isolados de amostras clínicas, com exceção das *Enterobacteriaceae*. São bactérias ubiqüitárias, podendo ser isoladas a partir de amostras ambientais e de humanos e animais, tais como pele, mucosas, dentre outras (Peng et al. 2021). Até o momento, existem mais de 50 espécies de staphylocococi e 28 subespécies reconhecidas (Public Health England 2022).

*Staphylococcus* spp. são cocos Gram-positivos, geralmente catalase positivas presentes, imóveis, não formadoras de esporos e que apresentam temperatura ótima de crescimento entre 30°C-37°C. A maioria das espécies é anaeróbia facultativa e as espécies podem ser classificadas em dois grupos, de acordo com a produção ou não da enzima coagulase: *Staphylococcus* Coagulase-Positivos (SCP), como *S. aureus* e *Staphylococcus*

Coagulase-negativos (SCN), como *S. haemolyticus* (Peng et al. 2021).

A determinação das espécies do gênero *Staphylococcus* é particularmente trabalhosa e custosa, principalmente para o grupo dos SCN. Isto porque, além dos inúmeros testes bioquímicos que devem ser realizados, os SCN são bioquimicamente semelhantes, dificultando a diferenciação (QUEIROGA, et al. 2021; PENG et al. 2021). Os laboratórios com alta rotina diagnóstica, conseguem driblar estes problemas com a utilização da identificação automatizada por meio, por exemplo, do MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight) (DUBOIS et al. 2009). No entanto, devido ao alto custo de aquisição e manutenção do equipamento, laboratórios com menor escala diagnóstica se valem do uso de meios seletivos e/ou cromógenos para identificação de *S. aureus* e do uso do teste da coagulase para classificar o isolado em SCP ou SCN. Alguns laboratórios podem, ainda, classificar esses microrganismos como *Staphylococcus* spp., baseando-se somente na característica das colônias, na coloração de Gram e na prova da catalase. É importante ressaltar que muitos estabelecimentos modificam seus protocolos de identificação à medida que as tecnologias avançam e/ou a demanda por diagnósticos aumenta. Dessa maneira, os fatos relacionados a identificação do gênero *Staphylococcus* acima descritos explicam as identificações dos isolados, conforme mostrado na tabela 2.

Para a identificação realizada pelo laboratório no presente estudo, entre os anos de 2019 à 2024, as amostras foram semeadas em Ágar sangue de carneiro 5% e incubadas pelo período de 24 horas à uma temperatura de 37°C. Até 2019, era feita a Coloração de Gram e posterior análise em microscópio. Feito isso, utilizava-se o teste de catalase, colocando as amostras em contato com peróxido de hidrogênio (água oxigenada) onde a formação de bolhas indica prova de catalase positiva. Com isso, os isolados eram caracterizados apenas como *Staphylococcus* spp.

A partir de 2020, o laboratório passou a utilizar a placa UTID+ para confirmação dos *Staphylococcus*. O diferencial dessa placa é que ela contém marcadores cromogênicos, projetados e calibrados para reagir com marcadores biológicos produzidos pelas bactérias conhecidas por causar infecções em cães e gatos. Cada bactéria produz um subproduto de resíduo único e diferenciado que reage e produz uma coloração específica, após seu crescimento. Com esta placa, foi possível determinar a espécie isolada. A maioria das colônias foram identificadas como *S. aureus*, resultado chama a atenção, já que esta espécie é um microrganismo residente na microbiota humana, especialmente pele e nas narinas. É reconhecidamente um comensal e um importante patógeno oportunista humano (TOUAITIA, et al. 2025), responsável por alta morbidade e mortalidade a depender da virulência e perfil de suscetibilidade, do ambiente e das características do hospedeiro

(CHEUNG, et al. 2021). Embora tenha essa importância para a medicina humana, essa espécie é das mais prevalentes em casos de infecção em animais, além de ser importante no contexto de Uma Só Saúde (PETON & LOIR, 2014).

Cães e gatos são geralmente mais suscetíveis a outras espécies coagulase-positivas que não *S. aureus*, como *S. pseudintermedius* (LYNCH & HELBIG, 2021). Todavia, a literatura destaca o aumento de infecções caninas por *S. aureus*, principalmente as dermatites, estando relacionado a ao menos 10% dos casos (PETON & LOIR, 2014; COSTA, et al. 2022). Na presente pesquisa, por exemplo, verificou-se que a maioria dos *S. aureus* foram isolados a partir de amostras de pele ou otológicas (65%; 117/180). Embora laudos não era especificado qual tipo de swab, sabe-se que esse tipo de amostra é geralmente obtido principalmente de lesões de pele, o que pode corroborar com os resultados obtidos.

#### 4.2 Susceptibilidade a antimicrobianos

A resistência a pelo menos um antimicrobiano foi observado na maioria dos isolados (73,6%), sendo que 38,2% deles preencheram os critérios de multirresistência, ou seja, foram resistentes a pelo menos três classes diferentes de antimicrobianos (MAGIORAKOS, et al. 2012). Cabe aqui ressaltar que o laboratório seguiu o padrão BrCAST (Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade aos Antimicrobianos). (Tabela 3).

**Tabela 3** - Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 em relação a multidroga-resistência e a resistência a pelo menos um princípio antimicrobiano testado.

Classificação			N	% (IC95%)
<b>Bactéria resistente</b>	<b>Multidroga-</b>	Não	152	61,8 (55,6-67,7)
		Sim	94	38,2 (32,3-44,4)
<b>Resistente a ao menos uma droga?</b>		Não	65	26,4 (21,2-32,2)
		Sim	181	73,6 (67,8-78,8)

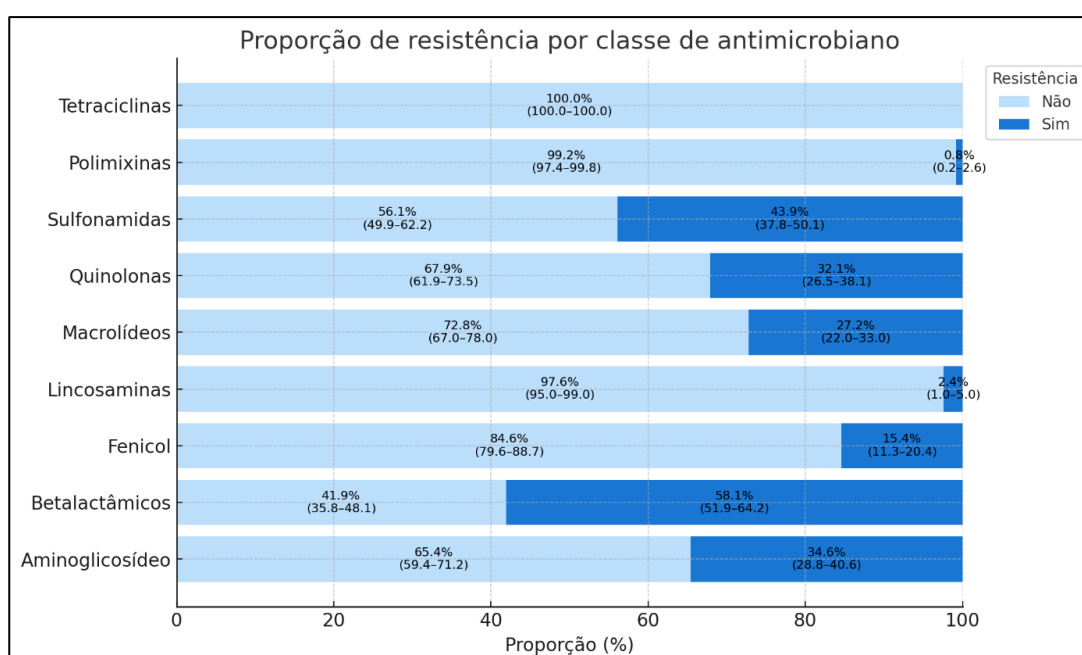
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Atualmente, a maior ameaça para a saúde pública e veterinária é a presença de bactérias MDR, com o aumento de 43% nas infecções humanas por essas bactérias em escala global nos últimos 24 anos. (Marino et al. 2025). Dentre os patógenos MDR de importância mundial, destacam-se os *Staphylococcus aureus* resistentes a metilicina (do

inglês MRSA), bactérias resistentes a múltiplos antimicrobianos, com destaque para os beta-lactâmicos (RICHARDSON, et al. 2024). O diagnóstico dos MRSA pode ser realizado por meio do teste de disco-difusão com cefoxitina, somado, quando possível, à detecção dos genes *mecA* e *mecC*, responsáveis por codificar uma proteína ligadora de penicilina modificada, a PBP2a, que possui baixa afinidade aos beta-lactâmicos (HACKBARTH & CHAMBERS, 1989; BALLHAUSEN, et al. 2014). Na presente pesquisa, é importante destacar que 38,2% (94/246) dos isolados foram MDR, dos quais 82% (77/94) eram *S. aureus*. Desta espécie, 16,8% (13/77) foram resistentes a cefoxitina, indicando possível resistência a meticilina. A detecção dos genes *mecA* e *mecC* não faz parte da rotina do laboratório comercial em estudo.

A análise por classe de antimicrobianos revelou elevada frequência de resistência aos beta-lactâmicos (58,1%), seguidos pelas sulfonamidas (43,9%), aminoglicosídeos (34,6%) e quinolonas (32,1%). Esses resultados podem indicar comprometimento da eficácia de classes tradicionalmente utilizadas em infecções por *Staphylococcus* spp., especialmente em terapias empíricas. As resistências aos macrolídeos (27,2%) e aos fenicolis (15,4%) foram moderadas, enquanto as lincosaminas apresentaram baixos níveis de resistência (2,4%). Por outro lado, a resistência às polimixinas foi na minoria dos isolados (0,8%) e ausente para tetraciclinas (0%), embora esta última tenha classe sido testada em número bastante limitado de isolados (Figura 1).

**Figura 1.** Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 em relação a resistência a diferentes classes de antimicrobianos testadas.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Os antimicrobianos testados neste estudo pertencem às classes incluídas na lista da OMS de antimicrobianos de importância médica (WHO, 2024), muitos dos quais possuem relevância direta no contexto de Uma Só Saúde. Os beta-lactâmicos, especialmente as cefalosporinas de terceira e quarta geração (como ceftriaxona, cefotaxima, ceftazidima e cefepime), são classificados como criticamente importantes e de maior prioridade, sendo autorizados para uso tanto em humanos quanto em animais. As penicilinas, por sua vez, são categorizadas como altamente importantes, assim como as cefalosporinas de primeira e segunda geração (cefalexina, cefalotina, cefaclor e cefoxitina) e as cefamicinas (WHO, 2024).

Na presente análise, observou-se que a resistência aos beta-lactâmicos foi detectada em 58,1% dos isolados, sendo predominantemente atribuída à resistência à penicilina (51,2%; 125/244). Em seguida, destacaram-se as taxas de resistência à amoxicilina (37,8%; 93/246), oxacilina (22,1%; 54/244), ceftriaxona (11,2%; 27/242), cefalexina (10,2%; 24/246), cefotaxima (8,6%; 18/208), cefoxitina (7,8%; 19/245), ceftiofur (7,3%; 18/246), cefaclor (7,0%; 17/246), cefalotina (5,2%; 13/246) e amoxicilina associada ao ácido clavulânico (4,9%; 12/246). Esses achados reforçam a preocupação com a disseminação de resistência em antimicrobianos de alto valor terapêutico, exigindo vigilância contínua e medidas de controle integradas.

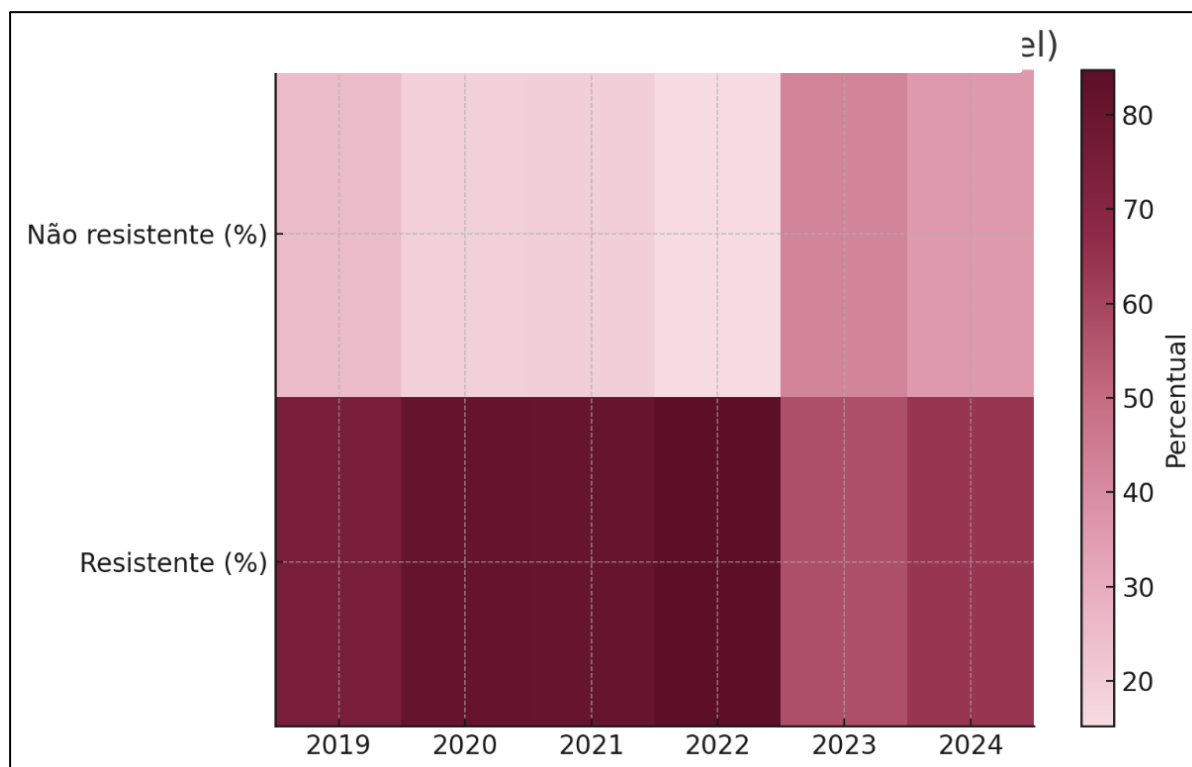
A elevada taxa de resistência observada ao sulfametoxazol-trimetoprim 43,9% dos isolados é motivo de preocupação, considerando que esse antimicrobiano é classificado pela OMS como altamente importante para a saúde humana e autorizado para uso veterinário (WHO, 2024). Por fim, a presença de resistência a aminoglicosídeos e quinolonas merece destaque, dado que esses grupos são igualmente autorizados para uso em diferentes espécies, sendo os primeiros classificados como altamente importantes e os últimos como criticamente importantes de maior prioridade (WHO, 2024). A detecção de resistência nesses grupos reforça a necessidade de estratégias integradas de vigilância e uso racional de antimicrobianos no contexto da Uma Só Saúde.

### **4.3 Análise temporal**

A análise temporal revelou uma associação estatisticamente significativa entre o ano de isolamento e a ocorrência de resistência a pelo menos um antimicrobiano ( $p = 0,028$ ). De 2019 a 2022, a proporção de isolados resistentes permaneceu elevada, variando entre 75% e 85%, sugerindo uma ampla disseminação de perfis de resistência nesse período. Notavelmente, em 2023 e 2024 observou-se uma redução nas taxas de resistência para

57,5% e 64%, respectivamente, acompanhada de um aumento proporcional de isolados totalmente sensíveis. Essa tendência pode refletir intervenções institucionais voltadas ao uso racional de antimicrobianos, maior adesão às práticas de controle de infecção, ou ainda oscilações naturais relacionadas à amostragem e características dos casos atendidos (Figura 2).

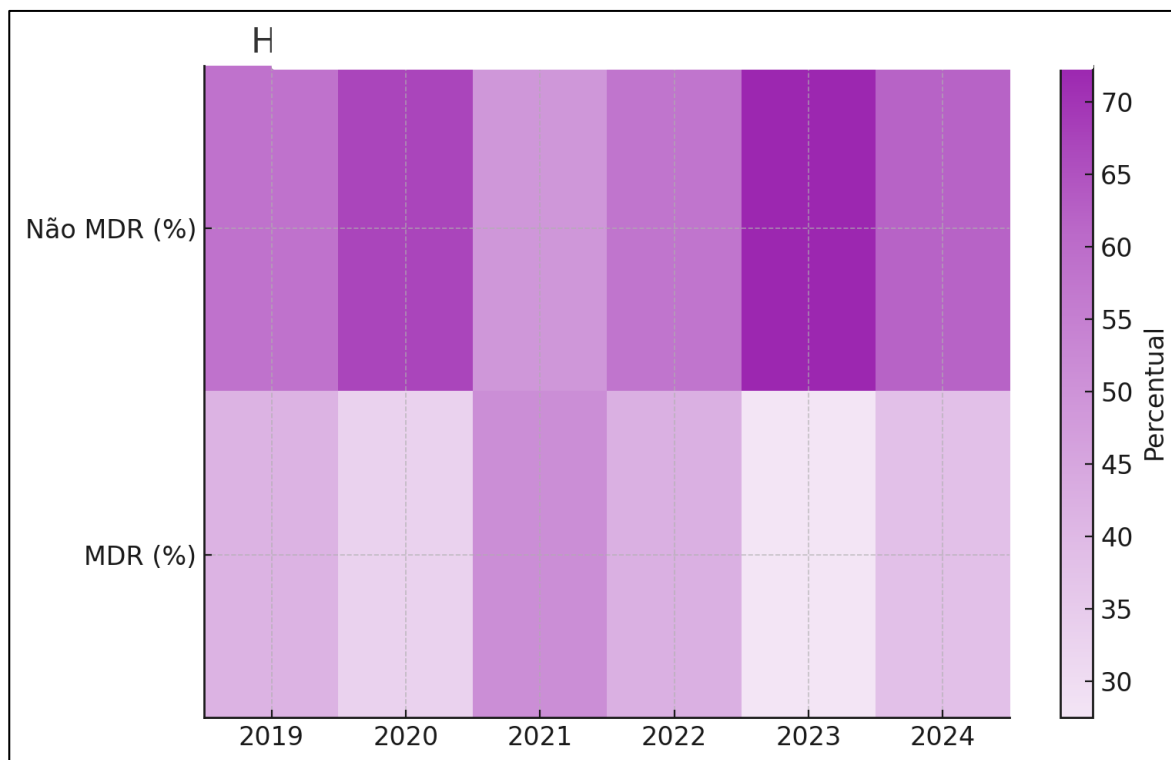
**Figura 2.** Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 resistentes a pelo menos um princípio antimicrobiano testado, em relação aos anos analisados.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Por outro lado, não foi observada diferença estatisticamente significativa na ocorrência de isolados multirresistentes entre os anos analisados ( $p = 0,308$ ). A frequência de multirresistência oscilou de forma heterogênea entre 27,5% (2023) e 51,2% (2021), sem evidência de tendência consistente de aumento ou declínio. (Figura 3).

**Figura 3.** Distribuição dos isolados analisados de 2019 a 2024 multidroga-resistentes (MDR), em relação aos anos analisados.



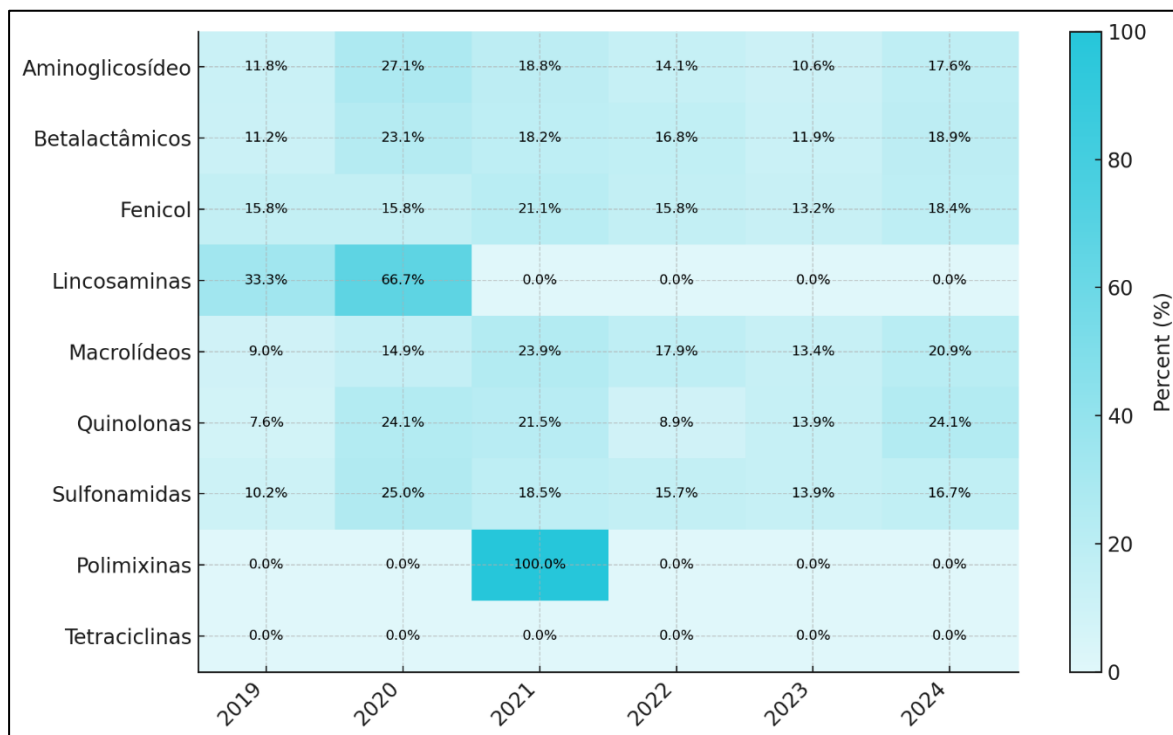
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Tal comportamento reforça a complexidade da multirresistência, frequentemente sustentada por fatores como a persistência de clones epidêmicos, pressão seletiva contínua e circulação de elementos genéticos móveis. Esses achados enfatizam a necessidade de monitoramento longitudinal contínuo, aliando estratégias de vigilância laboratorial a medidas efetivas de prevenção e controle no contexto da Uma Só Saúde.

Ainda, a figura 4 apresenta uma distribuição temporal do percentual de isolados resistentes por classe de antimicrobianos entre 2019 e 2024. Observa-se um padrão relativamente estável ao longo dos anos para a maioria das classes, com oscilações moderadas e picos específicos. As classes de aminoglicosídeos, beta-lactâmicos, quinolonas, macrolídeos e sulfonamidas apresentaram maiores proporções de resistência de forma consistente, especialmente entre 2020 e 2021, refletindo potenciais períodos de maior pressão seletiva ou mudanças no perfil de casos analisados. Por outro lado, classes como polimixinas e tetraciclina exibiram valores próximos de zero na maior parte dos anos, sugerindo baixa frequência de resistência ou menor utilização desses antimicrobianos no contexto estudado. A figura permite visualizar rapidamente tendências anuais, destacando 2021 como o ano com maior concentração de valores em diversas classes, enquanto 2023

apresentou proporções mais baixas de resistência. Esse padrão reforça a importância do monitoramento contínuo, uma vez que oscilações anuais podem indicar mudanças no comportamento clínico, uso terapêutico e circulação de cepas resistentes.

**Figura 4** - Percentual de isolados resistentes por classe de antimicrobianos entre 2019 e 2024



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Com os achados iniciais, evidencia-se o papel estratégico dos laboratórios veterinários comerciais na vigilância da resistência antimicrobiana. Em países de média e baixa renda, esse papel torna-se ainda mais crucial (LIM, et al. 2022), dada a utilização de duas abordagens principais: a identificação de casos baseada em amostras de rotina e a vigilância baseada em síndromes clínicas. No primeiro caso, a vigilância é mais fácil de implementar e sustentar nesses países, mas ela está sujeita a vieses devido ao subuso da microbiologia, podendo subestimar a incidência de infecções resistentes. Entretanto, na vigilância baseada em síndromes clínicas, existe mais robustez e capacidade de gerar dados clinicamente informativos, o que exige mais suporte financeiro e técnico. Independente da abordagem, os laboratórios em países de média e baixa renda necessitam de melhora na infraestrutura laboratorial, na qualificação pessoal, investir em sistemas de dados eficientes e padronizar a coleta e análise de dados (LIM, et al. 2022). Por fim, destaca-se que os laboratórios de microbiologia veterinária podem contribuir

significativamente na vigilância de patógenos resistentes, a partir da análise de dados de susceptibilidade a antimicrobianos (como o ocorrido neste trabalho), dar suporte aos veterinários clínicos durante a fase pré-clínica, disponibilizar testes diagnósticos rápidos e promover educação em saúde (MORENCY-POTVIN, et al. 2016).

#### 4.4 Caracterização da resistência e multirresistência

A resistência a pelo menos um antimicrobiano não apresentou diferença significativa entre os diferentes hospedeiros ( $p=0,586$ ), sendo os cães responsáveis pela maioria dos isolados resistentes (81,2%), seguidos por gatos (13,3%) e por amostras não especificadas como cão ou gato (5,5%). Em relação ao sexo dos animais, também não houve diferença significativa ( $p=0,261$ ), com distribuição relativamente equilibrada entre machos (55,8%) e fêmeas (44,2%). Quanto ao tipo de amostra, observou-se maior frequência de resistência em swabs diversos (subentendido por amostras dermatológicas) (35,4%) e amostras otorrino-oculares (24,9%), mas sem diferença estatisticamente significativa entre as categorias ( $p=0,074$ ).

A espécie bacteriana foi a única variável com associação significativa à resistência ( $p=0,003$ ), com destaque para *Staphylococcus aureus*, que concentrou 79% dos isolados resistentes, enquanto SCN e *Staphylococcus spp.* apresentaram proporções de resistência inferiores (6,1% e 14,4%, respectivamente) (Tabela 4).

**Tabela 4** - Distribuição dos isolados resistentes a ao menos um antimicrobiano testado, analisados de 2019 a 2024, em relação às variáveis estudadas.

	Resistente a ao menos uma droga				p-valor
	Não		Sim		
	N	% (CI95%)	N	% (CI95%)	
<b>Hospedeiro</b>					
Cão	50	76,9 (65,7-85,9)	147	81,2 (75,1-86,4)	0,586
Gato	12	18,5 (10,5-29,1)	24	13,3 (8,9-18,8)	
Cão ou Gato	3	4,6 (1,3-11,8)	10	5,5 (2,9-9,6)	
<b>Sexo</b>					
Macho	31	47,7 (35,9-59,7)	101	55,8 (48,5-62,9)	0,261
Fêmea	34	52,3 (40,3-64,1)	80	44,2 (37,1-51,5)	
<b>Tipo de amostra (recategorizado)</b>					

Urinário	7	10,8 (4,9-20)	37	20,4 (15,1-26,8)	
Tegumentar	10	15,4 (8,2-25,6)	19	10,5 (6,7-15,6)	
Otorrino-Ocular	26	40 (28,7-52,1)	45	24,9 (19-31,5)	0,074
Swab - diverso	18	27,7 (18-39,4)	64	35,4 (28,7-42,5)	
Outros	4	6,2 (2,1-14)	16	8,8 (5,4-13,6)	
<b>Espécie</b>					
<i>S. aureus</i>	37	56,9 (44,8-68,4)	143	79 (72,6-84,5)	
<i>S. haemolyticus</i>	0	0 (0-0)	1	0,6 (0,1-2,6)	<b>0,003</b>
SCN	11	16,9 (9,3-27,4)	11	6,1 (3,3-10,3)	
<i>Staphylococcus spp.</i>	17	26,2 (16,7-37,7)	26	14,4 (9,8-20)	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para o perfil de MDR, também não foram observadas diferenças significativas em relação ao hospedeiro ( $p=0,057$ ), sexo ( $p=0,500$ ) ou tipo de amostra ( $p=0,137$ ). Isolados de cães corresponderam à maior parte dos casos MDR (81,9%), com predomínio em machos (56,4%) e em amostras de swabs diversos (37,2%) e otorrino-oculares (21,3%). A única variável com associação significativa à multirresistência foi a espécie bacteriana ( $p=0,009$ ). *S. aureus* apresentou a maior proporção de MDR (81,9%), enquanto SCN (2,1%) e *Staphylococcus spp.* (14,9%) estiveram menos associados a esse perfil (Tabela 5).

**Tabela 5** - Distribuição dos isolados multidrogas resistentes em relação às variáveis estudadas.

	Multidrug-resistant bacteria (MDR)				p-valor
	Não		Sim		
	N	% (CI95%)	N	% (CI95%)	
<b>Hospedeiro</b>					
Cão	120	78,9 (72-84,8)	77	81,9 (73,2-88,7)	
Gato	27	17,8 (12,3-24,4)	9	9,6 (4,8-16,7)	0,057
Cão ou Gato	5	3,3 (1,3-7,1)	8	8,5 (4,1-15,4)	
<b>Sexo</b>					
Macho	79	52 (44,1-59,8)	53	56,4 (46,3-66,1)	0,5
Fêmea	73	48 (40,2-55,9)	41	43,6 (33,9-53,7)	
<b>Tipo de amostra (recategorizado)</b>					

Urinário	22	14,5 (9,6-20,7)	22	23,4 (15,7-32,7)	
Tegumentar	20	13,2 (8,5-19,2)	9	9,6 (4,8-16,7)	
Otorrino-Ocular	51	33,6 (26,4-41,3)	20	21,3 (13,9-30,3)	0,137
Swab – diverso	47	30,9 (24-38,6)	35	37,2 (28-47,3)	
Outros	12	7,9 (4,4-13)	8	8,5 (4,1-15,4)	
<b>Espécie</b>					
<i>S. aureus</i>	103	67,8 (60,1-74,8)	77	81,9 (73,2-88,7)	
<i>S. haemolyticus</i>	0	0 (0-0)	1	1,1 (0,1-4,9)	<b>0,009</b>
SCN	20	13,2 (8,5-19,2)	2	2,1 (0,4-6,6)	
<i>Staphylococcus spp.</i>	29	19,1 (13,4-25,9)	14	14,9 (8,8-23,1)	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A classe com maior proporção de resistência foi a dos betalactâmicos (58,1%), seguida pelas sulfonamidas (43,9%), aminoglicosídeos (34,6%), quinolonas (32,1%) e macrolídeos (27,2%). Dentro dessas classes, observou-se também uma alta proporção de bactérias multirresistentes, entre os resistentes, destacando-se os fenicóis (94,7%), aminoglicosídeos (81,2%), macrolídeos (82,1%) e quinolonas (79,8%). Isso indica que, entre os isolados com resistência a essas classes, a maioria pode já apresentar resistência simultânea a múltiplos grupos (Tabela 6).

Entre os antimicrobianos específicos, a penicilina foi o fármaco com maior proporção de resistência (51,2%), seguida pela amoxicilina (37,8%) e gentamicina (22%). Já combinações com inibidores de  $\beta$ -lactamase, como amoxicilina + ácido clavulânico, apresentaram taxas de resistência bem menores (4,9%), com alta proporção de MDR entre os poucos resistentes (91,7%). Outros betalactâmicos como cefoxitina, cefalotina, cefaclor, ceftiofur e cefotaxima apresentaram taxas de resistência entre 6% e 11%, com MDR presente em mais de 70% dos isolados resistentes. Para as quinolonas, a enrofloxacin e ciprofloxacina apresentaram resistência em cerca de 27% dos casos, também com alto percentual de MDR entre os resistentes (>80%). (Tabela 6)

A resistência a cloranfenicol foi de 15,5%, com 94,7% desses isolados classificados como multirresistentes. A florfenicol teve baixa frequência de resistência (1,2%). Lincosaminas (2,4%) e polimixinas (0,8%) também apresentaram baixas taxas de resistência, mas, nos poucos casos resistentes, todos foram MDR.

A resistência a tetraciclina não foi observada, embora testada em número muito

limitado de amostras (Tabela 6).

**Tabela 6** - Distribuição dos isolados resistentes a ao menos um antimicrobiano testado e multidroga resistentes, analisados de 2019 a 2024, em relação às classes de antimicrobianos testadas.

Classe / ATB	N total testado	N resistente	%	N MDR dentre	
				resistentes	%
<b>Classe: aminoglicosídeo</b>	246	85	34,55	69	81,18
aminoglicosídeo: amicacina	1	0	0,00	0	-
aminoglicosídeo: gentamicina	246	54	21,95	44	81,48
aminoglicosídeo: neomicina	245	67	27,35	59	88,06
aminoglicosídeo: tobramicina	6	2	33,33	2	100,00
<b>Classe: betalactâmicos</b>	246	143	58,13	83	58,04
beta-lactamico: amoxicilina + Ac. clavulânico	246	12	4,88	11	91,67
beta-lactamico: amoxicilina	246	93	37,80	58	62,37
beta-lactamico: cefoxitina	245	19	7,76	15	78,95
beta-lactamico: cefalexina	246	25	10,16	20	80,00
beta-lactamico: cefaclor	245	19	7,76	14	73,68
beta-lactamico: cefalotina	246	15	6,10	13	86,67
beta-lactamico: ceftiofur	246	18	7,32	15	83,33
beta-lactamico: ceftriaxona	242	27	11,16	18	66,67
beta-lactamico: cefotaxima	208	18	8,65	15	83,33
beta-lactamico: ceftazidima	3	0	0,00	0	-
beta-lactamico: oxacilina	244	54	22,13	37	68,52
beta-lactamico: penicilina	244	125	51,23	74	59,20
beta-lactamico: imipenem	1	0	0,00	0	-
<b>Classe: fenicol</b>	246	38	15,45	36	94,74
fenicois: cloranfenicol	246	38	15,45	36	94,74
fenicois: florfenicol	242	3	1,24	1	33,33
<b>Classe: lincosaminas</b>	246	6	2,44	4	66,67
lincosamina: azitromicina	8	2	25,00	2	100,00
<b>Classe: macrolídeos</b>	246	67	27,24	55	82,09
macrolídeo: clindamicina	246	79	32,11	62	78,48

<b>Classe: quinolonas</b>	246	79	32,11	63	79,75
quinolonas: ciprofloxacina	246	66	26,83	55	83,33
quinolonas: levofloxacina	1	1	100,00	1	100,00
quinolonas: norfloxacina	1	1	100,00	1	100,00
quinolonas: marbofloxacina	5	0	0,00	0	-
quinolonas: enrofloxacin	246	68	27,64	55	80,88
<b>Classe: sulfonamidas</b>	246	108	43,90	75	69,44
sulfonamidas:	244	109	44,67	75	
sulfa+trimetoprim					68,81
<b>Classe: polimixinas</b>	245	2	0,82	2	100,00
polimixinas: polimixina B	2	2	100,00	2	100,00
<b>Classe: tetraciclina</b>	245	0	0,00	0	-
tetraciclina: doxiciclina	1	0	0,00	0	-

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A resistência por classe antimicrobiana se manteve relativamente estável em proporção ao longo dos anos, sem picos abruptos. No entanto, observa-se que os anos de 2020 e 2021 concentram as maiores proporções de resistência para diversas classes, com destaque para betalactâmicos, aminoglicosídeos, quinolonas e sulfonamidas, presumindo possível pressão seletiva maior nesse período (Tabela 7).

Nos betalactâmicos, o padrão de resistência mais constante foi o da penicilina, com valores elevados em todos os anos (entre 11,2% e 25%), com pico em 2020 (22,4%) e 2024 (20%). A amoxicilina também se manteve elevada, com crescimento gradual ao longo dos anos e maior número de isolados resistentes em 2024 (25,8%). A resistência a cefalosporinas (cefalexina, cefaclor, cefotaxima, etc.) foi mais distribuída entre 2020 e 2022, com redução em 2023 e 2024, sugerindo possível impacto de mudanças terapêuticas ou no perfil dos isolados (Tabela 7).

Entre os aminoglicosídeos, gentamicina e neomicina apresentaram padrão semelhante, com maior resistência em 2020 e 2021 e discreta queda posterior. A tobramicina, apesar do número muito pequeno de testes, teve dois isolados resistentes em 2023 (100%), o que requer atenção, mesmo que isolado (Tabela 7).

No grupo das quinolonas, os dados mostram que a enrofloxacin e a ciprofloxacina concentram a maior parte da resistência. Ambas tiveram pico em 2020, com tendência oscilante nos demais anos, mas sem retorno aos níveis mais baixos de 2019. Levofloxacina e norfloxacina apresentaram resistência pontual em 2021 (1 isolado cada), com 100% de

resistência nos poucos testados (Tabela 7).

A azitromicina apresentou resistência apenas em 2019 (2 isolados), sendo ausente nos anos seguintes. As sulfonamidas mostraram padrão de resistência persistente ao longo dos anos, com maior frequência em 2020 (25%) e valores próximos nos anos seguintes. As polimixinas tiveram dois casos de resistência apenas em 2021, enquanto tetraciclinas mantiveram 0% de resistência em todo o período avaliado (Tabela 7).

**Tabela 7** - Distribuição dos isolados resistentes às classes de antimicrobianos em relação aos anos estudados.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Classe / ATB	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
<b>Classe:</b>	<b>10 (11,76)</b>	<b>23 (27,06)</b>	<b>16 (18,82)</b>	<b>12 (14,12)</b>	<b>9 (10,59)</b>	<b>15 (17,65)</b>
<b>aminoglicosídeo</b>						
aminoglicosídeo:	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
amicacina						
aminoglicosídeo:	7 (12,96)	15 (27,78)	11 (20,37)	7 (12,96)	6 (11,11)	8 (14,81)
gentamicina						
aminoglicosídeo:	7 (10,45)	18 (26,87)	12 (17,91)	9 (13,43)	7 (10,45)	14 (20,9)
neomicina						
aminoglicosídeo:	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (100)	0 (0)
tobramicina						
<b>Classe:</b>	<b>16 (11,19)</b>	<b>33 (23,08)</b>	<b>26 (18,18)</b>	<b>24 (16,78)</b>	<b>17 (11,89)</b>	<b>27 (18,88)</b>
<b>betalactâmicos</b>						
beta-lactamico:	0 (0)	1 (8,33)	3 (25)	3 (25)	1 (8,33)	4 (33,33)
amoxicilina + Ac. clavulânico						
beta-lactamico:	9 (9,68)	14 (15,05)	12 (12,9)	18 (19,35)	16 (17,2)	24 (25,81)
amoxicilina						
beta-lactamico:	1 (5,26)	5 (26,32)	5 (26,32)	4 (21,05)	2 (10,53)	2 (10,53)
cefoxitina						
beta-lactamico:	1 (4)	7 (28)	9 (36)	4 (16)	2 (8)	2 (8)
cefalexina						
beta-lactamico:	0 (0)	4 (21,05)	9 (47,37)	3 (15,79)	2 (10,53)	1 (5,26)
cefaclor						

beta-lactamico: cefalotina	0 (0)	3 (20)	6 (40)	2 (13,33)	2 (13,33)	2 (13,33)
beta-lactamico: ceftiofur	0 (0)	4 (22,22)	7 (38,89)	3 (16,67)	2 (11,11)	2 (11,11)
beta-lactamico: ceftriaxona	3 (11,11)	10 (37,04)	8 (29,63)	3 (11,11)	2 (7,41)	1 (3,7)
beta-lactamico: cefotaxima	0 (0)	4 (22,22)	7 (38,89)	4 (22,22)	3 (16,67)	0 (0)
beta-lactamico: ceftazidima	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
beta-lactamico: oxacilina	6 (11,11)	15 (27,78)	15 (27,78)	7 (12,96)	3 (5,56)	8 (14,81)
beta-lactamico: penicilina	14 (11,2)	28 (22,4)	17 (13,6)	25 (20)	16 (12,8)	25 (20)
beta-lactamico: imipenem	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>Classe: fenicol</b>	<b>6 (15,79)</b>	<b>6 (15,79)</b>	<b>8 (21,05)</b>	<b>6 (15,79)</b>	<b>5 (13,16)</b>	<b>7 (18,42)</b>
fenicois: cloranfenicol	6 (15,79)	6 (15,79)	8 (21,05)	6 (15,79)	5 (13,16)	7 (18,42)
fenicois: florfenicol	0 (0)	1 (33,33)	1 (33,33)	1 (33,33)	0 (0)	0 (0)
<b>Classe: lincosaminas</b>	<b>2 (33,33)</b>	<b>4 (66,67)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>
lincosamina: azitromicina	2 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>Classe: macrolídeos</b>	<b>6 (8,96)</b>	<b>10 (14,93)</b>	<b>16 (23,88)</b>	<b>12 (17,91)</b>	<b>9 (13,43)</b>	<b>14 (20,9)</b>
macrolídeo: clindamicina	5 (6,33)	18 (22,78)	17 (21,52)	12 (15,19)	9 (11,39)	18 (22,78)
<b>Classe: quinolonas</b>	<b>6 (7,59)</b>	<b>19 (24,05)</b>	<b>17 (21,52)</b>	<b>7 (8,86)</b>	<b>11 (13,92)</b>	<b>19 (24,05)</b>
quinolonas: ciprofloxacina	7 (10,61)	15 (22,73)	14 (21,21)	6 (9,09)	10 (15,15)	14 (21,21)
quinolonas: levofloxacina	0 (0)	0 (0)	1 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

quinolonas:	0 (0)	0 (0)	1 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
norfloxacin						
quinolonas:	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
marbofloxacin						
quinolonas:	6 (8,82)	20 (29,41)	11 (16,18)	7 (10,29)	9 (13,24)	15 (22,06)
enrofloxacin						
<b>Classe:</b>	<b>11 (10,19)</b>	<b>27 (25)</b>	<b>20 (18,52)</b>	<b>17 (15,74)</b>	<b>15 (13,89)</b>	<b>18 (16,67)</b>
<b>sulfonamidas</b>						
sulfonamidas:	11 (10,09)	28 (25,69)	20 (18,35)	17 (15,6)	15 (13,76)	18 (16,51)
sulfa+trimetoprim						
<b>Classe:</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>2 (100)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>
<b>polimixinas</b>						
polimixinas:	0 (0)	0 (0)	2 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
polimixina B						
<b>Classe:</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>
<b>tetraciclinas</b>						
tetraciclinas:	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
doxiciclina						

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

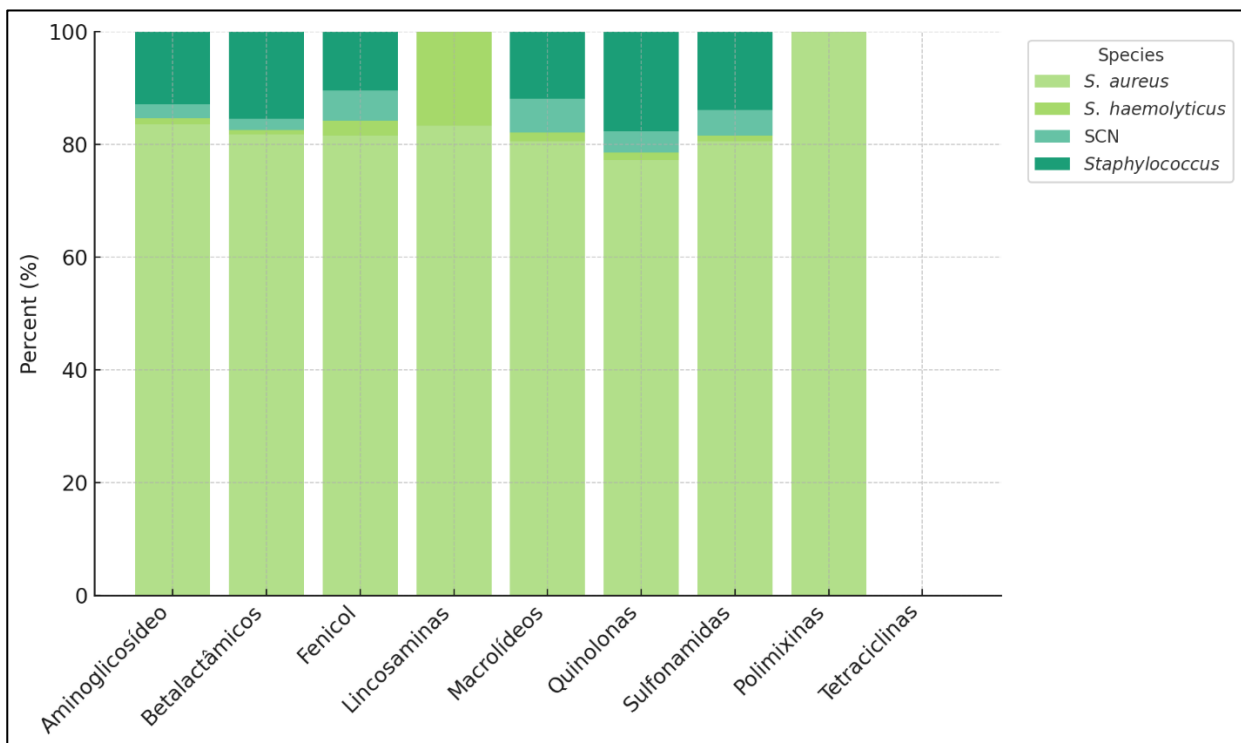
Avaliação do perfil de resistência, desse estudo expressou um predomínio marcante de *Staphylococcus aureus*, que concentrou a maioria absoluta dos fenótipos resistentes em praticamente todas as classes testadas. Entre os aminoglicosídeos, *S. aureus* respondeu por 83,5% das amostras não suscetíveis, especialmente à gentamicina (88,9%) e neomicina (83,6%), enquanto *S. haemolyticus*, SCN e *Staphylococcus* spp. exibiram participações residuais (1,2% a 13,4%). Nos beta-lactâmicos, classe mais amplamente representada no estudo, *S. aureus* novamente apresentou elevada resistência (81,8%) a diversos agentes, incluindo penicilina (80,8%), oxacilina (88,9%), cefalexina (88,0%) e cefoxitina (89,5%), sugerindo importante presença de fenótipos compatíveis com resistência mediada por  $\beta$ -lactamases (SHAO, et al. 2025), incluindo potencial resistência à meticilina. As demais espécies, especialmente SCN e *Staphylococcus* spp., apresentaram baixa contribuição proporcional, embora *Staphylococcus* spp. tenha alcançado até 20,4% dos isolados resistentes à amoxicilina (Figura 5)

Nos fenicóis, *S. aureus* novamente respondeu pela maior parcela (81,6%), com SCN

contribuindo com até 5,3%. Perfil semelhante foi observado nas lincosaminas e macrolídeos, onde *S. aureus* representou grande parte da resistência à clindamicina e outros agentes correlatos, com *S. haemolyticus* exibindo participação modesta porém perceptível (até 16,7% nas lincosaminas). As quinolonas apresentaram ampla resistência em *S. aureus* (77,2%), sobretudo à ciprofloxacina e enrofloxacina, embora *Staphylococcus* spp. tenha contribuído com até 17,7% de resistência, sugerindo circulação de clones menos suscetíveis dentro desse grupo heterogêneo (Figura 5).

Para sulfonamidas, novamente *S. aureus* se destacou (80,6%–80,7%), enquanto SCN e *Staphylococcus* spp. mantiveram aparições pontuais (até 13,9%). Por outro lado, algumas moléculas, incluindo amicacina, ceftazidima, imipenem, marbofloxacina, doxiciclina e tetraciclina, não apresentaram resistência entre nenhuma das espécies avaliadas. No conjunto, os dados indicam que *S. aureus* é o principal contribuinte para a resistência antimicrobiana entre os estafilococos analisados, com padrões consistentes de não suscetibilidade em múltiplas classes críticas, enquanto *S. haemolyticus*, SCN e *Staphylococcus* spp. demonstram perfis expressivamente mais suscetíveis, com resistência esporádica e muito menos representativa (Figura 5)

**Figura 5** - Distribuição das bactérias resistentes aos princípios testados em relação às espécies isoladas.



Fonte: elaborada pelo próprio autor

Esses resultados reforçam o papel epidemiológico singular de *S. aureus* como espécie de maior relevância clínica e potencial de disseminação de resistência no contexto estudado desse estudo.

## 5 CONCLUSÃO

Ao analisar os dados obtidos nesse estudo, verificou-se que a maioria das amostras foi proveniente de cães, com predomínio de infecções em sítios superficiais como pele, conduto auditivo e mucosas. Destaca-se o elevado número de isolados identificados como *S. aureus*, espécie reconhecidamente relevante na medicina humana e de importância crescente na veterinária, sobretudo em infecções dermatológicas em animais de companhia. A resistência a pelo menos um antimicrobiano foi observado na maioria dos isolados, sendo quase 38,2% classificados como multirresistentes, com predomínio da resistência aos beta-lactâmicos, sulfonamidas, aminoglicosídeos e quinolonas — todas as classes com uso autorizado em humanos e animais e listadas como prioritárias pela OMS. Embora tenha sido observada uma redução na frequência de isolados resistentes a partir de 2023, os níveis de multirresistência permaneceram elevados ao longo dos anos. Por fim, os resultados evidenciam que *S. aureus* foi responsável pela maior parte dos fenótipos de resistência em praticamente todas as classes antimicrobianas avaliadas, destacando-se especialmente entre aminoglicosídeos, beta-lactâmicos, macrolídeos, quinolonas e sulfonamidas. Em contraste, *S. haemolyticus*, *Staphylococcus* coagulase-negativos (SCN) e *Staphylococcus* spp. apresentaram baixa participação nos perfis resistentes, com detecções esporádicas e proporções muito inferiores. De modo geral, o padrão observado reforça que a carga de resistência no conjunto estudado é amplamente impulsionada por *S. aureus*, enquanto as demais espécies exibem perfis predominantemente suscetíveis.

A redução recente na proporção de isolados resistentes pode estar associada a mudanças nas condutas clínicas, maior uso de testes de sensibilidade ou flutuações amostrais. Contudo, a estabilidade na taxa de MDR indica que intervenções adicionais são necessárias para conter a disseminação dessas cepas. Programas integrados de vigilância, educação sobre uso racional de antimicrobianos e medidas preventivas devem ser priorizados para reduzir a pressão seletiva.

A principal limitação desse trabalho foi a relutância dos laboratórios na disponibilização dos dados para elaboração do presente estudo, assim como o correto preenchimento dos dados para análise das amostras.

A determinação das espécies do gênero *Staphylococcus* é particularmente

trabalhosa e custosa.

## REFERÊNCIAS

AbinPet. **Informações gerais do setor**. Disponível em: <http://abinpet.org.br/informacoes-gerais-do-setor/>. Acesso em Julho de 2025.

Ahmed SK, Hussein S, Qurbani K, Ibrahim RH, Fareeq A, Mahmood KA, Mohamed MG. 2024. **Antimicrobial resistance: Impacts, challenges, and future prospects**. Journal of Medicine Surgery, and Public Health.2:100081. <https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2024.100081>.

Andrade LN, Darini ALC. 1991. **Mecanismos de resistência bacteriana aos antibióticos**. Archives of Internal Medicine. 151(5):886-95

Argudín MA, Deplano A, Meghraoui A, Dodémont M, Heinrichs A, Denis O, Nonhoff C, Roisin S. 2017. **Bacteria from animals as a pool of antimicrobial resistance genes**. Antibiotics (Basel). 6(2):12. DOI: 10.3390/antibiotics6020012.

Aurich S, Prenger-Berninghoff E, Ewers C. 2022. **Prevalence and antimicrobial resistance of bacterial uropathogens isolated from dogs and cats**. Antibiotics (Basel). 11(12):1730. DOI: 10.3390/antibiotics11121730.

AVMA. 2021. American Veterinary Medical Association. **AVMA definitions of antimicrobial use for treatment, control, and prevention**. Disponível em <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/254/7/javma.254.7.792.xml>. Acesso em: março de 2025.

AVMA. 2020. American Veterinary Medicine Association. **AVMA Committee on Antimicrobials Antimicrobial Resistant Pathogens Affecting Animal Health in the United State**. Disponível em: <https://www.avma.org/sites/default/files/2020-10/AntimicrobialResistanceFullReport.pdf>. Acesso em fevereiro de 2025.

Ballhausen B, Kriegeskorte A, Schleimer N, Peters G, Becker K. 2014. **The *mecA* homolog *mecC* confers resistance against  $\beta$ -lactams in *Staphylococcus aureus* irrespective of the genetic strain background**. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 58(7):3791-3798. DOI: 10.1128/AAC.02731-13.

Bayot ML, Bragg BN. 2024. **Antimicrobial Susceptibility Testing**. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539714/>. Acesso em Março de 2025.

Branquinho, F. R.G.P.N., **The recent rise in multidrug resistance (MDR) bacteria, and particularly Methicillin- resistant Staphylococcus aureus (MRSA) and Vancomycin-Resistant**. Universidade do Porto, 2014, acesso em julho de 2025

Brasil. 2019. Oficina PAN-BR AGRO. **Oficina sobre o Alinhamento de Diretrizes para Elaboração de Protocolos de Uso Racional de Antimicrobianos em Animais**. Escola Nacional de Gestão Agropecuária – ENAGRO, Brasília, 30-31 de Outubro de 2019.

Breyer GM, Saggin BF, de Carli S, da Silva MERJ, da Costa MM, Brenig B, Azevedo VAC, Cardoso MRI, Siqueira FM. 2023. **Virulent potential of methicillin-resistant and methicillin-susceptible *Staphylococcus pseudintermedius* in dogs.** Acta Tropical. 242:106911. DOI: 10.1016/j.actatropica.2023.106911.

Caneschi A, Bardhi A, Barbarossa A, Zaghini A. 2023. **The use of antibiotics and antimicrobial resistance in veterinary medicine, a complex phenomenon: A narrative review.** Antibiotics (Basel). 12(3):487. DOI: 10.3390/antibiotics12030487.

CDDEP. **ResistanceMap** 2016. <http://resistancemap.cddep.org>. Acesso em Julho de 2025.

Cerqueira LBG, Braga BO, Marques SS, de Castro Santos PH, da Silva YM, Martins JD, Cardim ST, de Araujo Munhoz AMD, Bastos TSA. 2025. **Retrospective study based on clinical records of veterinary diseases in Goiás**, Central-West region of Brazil. Research Veterinary Science. 192:105693. DOI: 10.1016/j.rvsc.2025.105693.

Cox G, Wright GD. 2013. **Intrinsic antibiotic resistance: mechanisms, origins, challenges and solutions.** International Journal of Medical Microbiology. 303:287–292. DOI: 10.1016/j.ijmm.2013.02.009.

Darwich L, Seminati C, Burballa A, Nieto A, Durán I, Tarradas N, Molina-López RA. 2021. **Antimicrobial susceptibility of bacterial isolates from urinary tract infections in companion animals in Spain.** Veterinary Record. 188(9):e60. DOI: 10.1002/vetr.60.

Dubois D, Leyssene D, Chacornac JP, Kostrzewa M, Schmit PO, Talon R, Bonnet R, Delmas J. 2010. **Identification of a variety of *Staphylococcus* species by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry.** Journal of Clinical Microbiology. 48(3):941-945. DOI: 10.1128/JCM.00413-09.

Embrapa. 2015. ***Staphylococcus* spp.: Incidência e surtos** / Janine Passos Lima da Silva ... [et al.]. – Brasília, DF.

Ferreira JPA., Santos AS, Fonseca BCO, Martins MR, Zorzini LC, Martins AF, Cunha PHJ, Lopes AF, Dewulf NLS. 2020. **Guia farmacoterapêutico do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Goiás.** Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/web/up/277/o/Guia\\_Farmacoterapeutico\\_HV\\_EVZ\\_UFG.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/web/up/277/o/Guia_Farmacoterapeutico_HV_EVZ_UFG.pdf) Acesso em Fevereiro de 2025.

Gaeta NC, Hellmeister A, Possebon FS, Araujo JP, Heinemann MB. 2023. **Genomic analysis of a multidrug methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* recovered from the urine of a guinea pig (*Cavia porcellus*) with suspected pyelonephritis.** Veterinary Research Communications. 47(2):939-946. DOI: 10.1007/s11259-022-10006-9.

Gaeta NC, Cavalcante Brito, JE Nunes Batista JM, Gagete Veríssimo de Mello B, Dias RA, Heinemann MB. 2023. **Bats are carriers of antimicrobial-resistant *Staphylococcaceae* in their skin.** Antibiotics. 12:331. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020331>.

Galarce N, Arriagada G, Sánchez F, Venegas V, Cornejo J, Lapierre L. 2021. **Antimicrobial use in companion animals: Assessing veterinarians' prescription patterns through the first national survey in Chile.** Animals. 11:348. <https://doi.org/10.3390/ani11020348>

Gandra S, Merchant AT, Laxminarayan R. 2016. **A role for private sector laboratories in public health surveillance of antimicrobial resistance.** *Future Microbiology*. 11(6):709-712.

Giovanni Gherardi, Giovanni Di Bonaventura, Vincenzo Savini. 2018. **Chapter 1 - Staphylococcal Taxonomy**, Editor(s): Vincenzo Savini, Pet-To-Man Travelling Staphylococci, Academic Press, Pages 1-10, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813547-1.00001-7>.

Hackbarth CJ, Chambers HF. 1989. **Methicillin-resistant Staphylococci: genetics and mechanisms of resistance.** *Antimicrobials Agents and Chemotherapy*, 33:991-994.

Johnston AM. 1998. **Use of antimicrobial drugs in veterinary practice.** *BMJ*. 317(7159):665-667. DOI: 10.1136/bmj.317.7159.665.

Koneman E, Winn Jr W, Allen S, Janda W, Procop G, Schreckenberber P, Woods G. 2012. **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido / Microbiological diagnosis: text and color atlas.** *Rio de Janeiro; Guanabara Koogan; 6 ed; xxxv, 1565 p.*

Kouamo J, Kana AGD, Dongmo CCZ. 2021. **The study of prevalence and associated risk factors of diseases and other clinical conditions diagnosed in dogs and cats in Douala city, Cameroon.** *Revue Veterinaire Clinique*. 56(2):47-61. <https://doi.org/10.1016/j.anicom.2021.01.001>.

Lagier JC, Edouard S, Pagnier I, Mediannikov O, Drancourt M, Raoult D. 2015. **Current and past strategies for bacterial culture in clinical microbiology.** *Clinical Microbiology Reviews*. 28(1):208-236.

Lim C, Ashley EA, Hamers RL, Turner P, Kesteman T, Akech S, van Doorn HR. 2021. **Surveillance strategies using routine microbiology for antimicrobial resistance in low- and middle-income countries.** *Clinical Microbiology Infection*. 27(10):1391–1399.

Lynch S.A., Helbig K.J. 2021. **The complex diseases of *Staphylococcus pseudintermedius* in canines: Where to Next?** *Veterinary Sciences*. 18:11. DOI: 10.3390/vetsci8010011.

Ma F, Xu S, Tang Z, Li Z, Zhang L. 2021. **Use of antimicrobials in food animals and impact of transmission of antimicrobial resistance on humans.** *Biosafety and Health*. 3(1):32-38. <https://doi.org/10.1016/j.bsheat.2020.09.004>.

Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, Harbarth S, Hindler JF, Kahlmeter G, Olsson-Liljequist B, Paterson DL, Rice LB, Stelling J, Struelens MJ, Vatopoulos A, Weber JT, Monnet DL. 2012. **Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance.** *Clinical Microbiology Infection*. 18(3):268-281. doi: 10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x.

Marino A, Maniaci A, Lentini M, Ronsivalle S, Nunnari G, Cocuzza S, Parisi FM, Cacopardo B, Lavallo S, La Via L. **The Global Burden of Multidrug-Resistant**

**Bacteria.** Epidemiologia. 2025; 6(2):21. <https://doi.org/10.3390/epidemiologia6020021>

Marques C, Gama LT, Belas A. *et al.* 2016. **European multicenter study on antimicrobial resistance in bacteria isolated from companion animal urinary tract infections.** BMC Veterinary Research 12:213. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0840-3>.

Medeiros, A. B. M. de, Diniz, L. A. S., Galdino, I. de S., Dias, L. E., Soares, R. D. B., Diniz, A. V., ... Lima, J. C. P. (2025). **Antimicrobial Resistance and One Health: Companion Animals as Reservoirs of Bacteria and Resistance Genes in Brazil.** *Revista De Gestão Social E Ambiental - RGSA*, 19(3), e011721. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n3-11>

Monteiro BP, Lascelles BDX, Murrell, J, Robertson S, Steagall, Wright B. 2022. **WSAVA guidelines for the recognition, assessment and treatment of pain.** Journal of Small Animal Practice. 64(4):177-254. <https://doi.org/10.1111/jsap.13566>

Morency-Potvin P, Schwartz DN, Weinstein RA. 2016. **Antimicrobial Stewardship: How the Microbiology Laboratory Can Right the Ship.** Clinical Microbiology Reviews. 30(1):381-407. DOI: 10.1128/CMR.00066-16.

Naing SY, Duim B, Broens EM, Schweitzer V, Zomer A, van der Graaf-van Bloois L, van der Meer C, Stellingwerff L, Fluit AC, Wagenaar JA. 2023. **Molecular characterization and clinical relevance of taxonomic reassignment of *Staphylococcus schleiferi* subspecies into two separate species, *Staphylococcus schleiferi* and *Staphylococcus coagulans*.** Microbiology Spectrum 11:e04670-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.04670-22>

Okwee-Acai, J., Agwai, B., Mawadri, P. *et al.* 2024. **Prevalence of common conditions and associated mortalities of dogs treated at the small animal clinic.** Makerere University, Kampala, Uganda. BMC Veterinary Research. 20:590. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04432-x>

Prado RR, Freitas EA, Valadares Júnior EC, Costa PC, Siqueira MC, Rossi MA. 2015. ***Staphylococcus* spp.: importantes riscos à saúde pública.** PUBVET. 9(8):363-368.

Prescott JF. 2017. **History and current use of antimicrobial drugs in veterinary medicine.** Microbiology Spectrum. 5(6):10.1128/microbiolspec.arba-0002-2017. DOI: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0002-2017.

Peng S, Koneman EW, Wright SD, Probst A, *et al.* 2021. \*Koneman – **Color Atlas & Textbook of Diagnostic Microbiology\*** (7th ed.). Wolters Kluwer.

Peton V, Le Loir Y. 2014. ***Staphylococcus aureus* in veterinary medicine.** Infection, Genetics and Evolution. 21:602–615 10.1016/j.meegid.2013.08.011.

Public Health England. 2020. UK Standards for Microbiology Investigations ID 7: **Identification of *Staphylococcus* species, *Micrococcus* species and *Rothia* species.** London: Public Health England. from <https://www.rcpath.org/static/db5f13cb-53ca-4e9e-a0937b78b610d0ac/4dde3cf8-f775-4f31-9a351b100e2742af/uk-smi-id-7i4-identification-of-staphylococcus-species-micrococcus-species-and-rothia-species-may-2020-pdf.pdf>

Queiroga GF, Cordeiro LV, Andrade Junior, FP. 2021. **Principais métodos de laboratório utilizados para isolamento e identificação de *Staphylococcus* spp.** Revista Colombiana de Ciências Químicas – Farmacêuticas. 50(1). <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n1.95444>

Rana EA, Nizami TA, Islam MS, Sarker S, Rahman H, Hoque A, Rahman M. 2024. **Antimicrobial resistance and virulence profiling of *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from cats, Bangladesh.** Vet Q. 44(1):1-11. DOI: 10.1080/01652176.2024.2326848.

Reygaert WC. 2018. **An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria.** AIMS Microbiology. 4(3):482-501. DOI: 10.3934/microbiol.2018.3.482.

Richardson LA, Peterson GE, Wilson BM, Weinstein MP, Miller WR, Humphries RM, Hindler JA, Patel JB, Jenkins SG, Pollett S, et al. 2024. **Evolution of MRSA in the genomic era.** Clinical Microbiology Reviews. 37:e00178-23.

Santana JA, Paraguassu AO, Santana RST, Xavier RGC, Freitas PMC, Aburjaile FF, Azevedo VAC, Brenig B, Bojesen AM, Silva ROS. 2023. **Risk factors, genetic diversity, and antimicrobial resistance of *Staphylococcus* spp. isolates in dogs admitted to an intensive care unit of a Veterinary hospital.** Antibiotics (Basel). 12(3):621. DOI: 10.3390/antibiotics12030621.

SÃO PAULO. 2015. Secretaria Municipal da Saúde. *Inquérito de Saúde de Base Populacional do Município de São Paulo – ISA-Capital 2015.* São Paulo: SMS, 2015. Disponível em: [https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/arquivos/publicacoes/folder\\_ISA2015\\_CG.pdf](https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/arquivos/publicacoes/folder_ISA2015_CG.pdf). Acesso em Julho 2025.

Sarker MS, Ahaduzzaman M, Kabir MN, Rahman Md, Hossain F, Nath SK, Bupasha ZB. 2015. **Prevalence of clinical conditions in dogs and cats at the Central Veterinary Hospital (CVH) in Dhaka, Bangladesh.** Van Veterinary Journal. 26(2):101-105.

Sharma S, Chauhan A, Ranjan A, Mathkor DM, Haque S, Ramniwas S, Tuli HS, Jindal T, Yadav V. 2024. **Emerging challenges in antimicrobial resistance: implications for pathogenic microorganisms, novel antibiotics, and their impact on sustainability.** Frontiers in Microbiology. 15:1403168. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1403168.

Silva Júnior, AE. 2016. **Perfil de resistência antimicrobiana em *Staphylococcus* spp. de origem láctea na região nordeste** / Abimael Estevam da Silva Júnior. – Areia - PB: CCA/UFPB, 2016.

Souza TGV, Santana JA, Claudino MMS, Pereira ST, Xavier RGC, do Amarante VS, de Castro YG, Dorneles EMS, Aburjaile FF, de Carvalho VA, Brenig B, Silva ROS. 2024. **Occurrence, genetic diversity, and antimicrobial resistance of methicillin-resistant *Staphylococcus* spp. in hospitalized and non-hospitalized cats in Brazil.** PLoS One. 19(10):e0309711. DOI: 10.1371/journal.pone.0309711.

Spinosa HS, Górnica SL, Bernardi MM. 2017. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**, 6. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Teixeira IM, de Moraes Assumpção Y, Paletta ACC, Aguiar L, Guimarães L, da Silva IT,

Côrtes MF, Botelho AMN, Jaeger LH, Ferreira RF, de Oliveira Ferreira E, Penna B. 2023. **Investigation of antimicrobial susceptibility and genetic diversity among *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from dogs in Rio de Janeiro.** Scientific Report. 13(1):20219. doi: 10.1038/s41598-023-47549-z.

Toldrá F, Reig M. 2016. Growth Promoters: **Characteristics and Determination.** **Encyclopedia of Food and Health.** 266-269.

Touaitia R, Mairi A, Ibrahim NA, Basher NS, Idres T, Touati A. ***Staphylococcus aureus*: A Review of the Pathogenesis and Virulence Mechanisms.** **Antibiotics.** 2025; 14(5):470. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14050470>

Uddin TM, Chakraborty AJ, Khusro A, Zidan BRM, Mitra S, Emran TB, Dhama K, Ripon MKH, Gajdacs M, Sahibzada MUK, Hossain MJ, Koirala N. 2021. **Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects.** Journal of Infection and Public Health. 14(12):1750-1766. DOI: 10.1016/j.jiph.2021.10.020.

Urbaneja ME. 2024. **Implicações da resistência bacteriana por *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária: Revisão.** PUBVET. 18(5):1586.

Van Hoek AH, Mevius D, Guerra B, Mullany P, Roberts AP, Aarts HJ. 2011. **Acquired antibiotic resistance genes: an overview.** Frontiers in Microbiology. 2:203. DOI: 10.3389/fmicb.2011.00203.

Wenzler E, Maximos M, Asempa TE, Biehle L, Schuetz AN, Hirsch EB. 2023. **Antimicrobial susceptibility testing: An updated primer for clinicians in the era of antimicrobial resistance: Insights from the Society of Infectious Diseases Pharmacists.** Pharmacotherapy. 43(4):264-278. DOI: 10.1002/phar.2781.

WHO. 2024. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO list of medically important antimicrobials for human medicine: ranking of medically important antimicrobials for risk management of antimicrobial resistance due to non-human use.** 7th ed. Geneva. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gcp/who-mia-list-2024-lv.pdf>. Acesso em Julho 2025.