

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n05e1586>

Implicações da resistência bacteriana por *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária: Revisão

Mariana Eches Urbaneja^{1*}, Margarete Eches Urbaneja²

¹Graduanda em Medicina Veterinária, Centro Universitário Filadélfia, Londrina, Paraná, Brasil.

²Farmacêutica, Especializada em Infecção Hospitalar e Biologia Aplicada a Saúde pela Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Microbiologia, Londrina, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência, e-mail: marianaueurbaneja@gmail.com

Resumo. A presente revisão bibliográfica tem como objetivo analisar de maneira abrangente a resistência observada em *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária. Os casos de infecções são frequentemente complicados pela resistência aos antibióticos das cepas envolvidas, o que causa dificuldades para a terapia animal. *Staphylococcus* spp. multirresistente isolados de humanos e animais foram relatados nas últimas décadas e representam um desafio não apenas na medicina humana, mas cada vez mais na medicina veterinária. A resistência a *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária é um desafio complexo e em constante evolução. A conscientização, a vigilância e a adoção de medidas proativas são cruciais para preservar a eficácia dos tratamentos, garantindo a saúde e o bem-estar dos animais de companhia e de produção, contribuindo para a mitigação dos riscos associados à resistência antimicrobiana e a saúde pública. Enfrentar a resistência aos *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária exige uma visão abrangente, integrando práticas clínicas responsáveis, pesquisa contínua e ações coordenadas para preservar a eficácia dos tratamentos, garantir a saúde animal e humana.

Palavras-chave: Animais, microbiologia, resistência

Implications of bacterial resistance in Staphylococcus spp. in veterinary medicine: Review

Abstract. This bibliographical review aims to comprehensively analyze the resistance observed in *Staphylococcus* spp. in veterinary medicine. Staphylococcal infections are often complicated by antibiotic resistance of the strains involved, which causes difficulties for animal therapy. Multiresistant *Staphylococcus* spp. isolates from humans and animals have been reported in recent decades and pose a challenge not only in human medicine but also in veterinary medicine. Resistance to *Staphylococcus* spp. in veterinary medicine is a complex and constantly evolving challenge. Awareness, vigilance, and the adoption of proactive measures are crucial in preserving the effectiveness of treatments, ensuring the long-term health and well-being of companion animals and contributing to mitigating the risks associated with antimicrobial resistance and public health. Addressing resistance to *Staphylococcus* spp. in veterinary medicine requires a comprehensive view, integrating responsible clinical practices, continuous research and coordinated actions to preserve the effectiveness of treatments, guarantee animal and human health and promote a safer environment for all.

Keywords: Animals, microbiology, resistance

Introdução

A resistência bacteriana aos antibióticos é uma ameaça à saúde pública (Alós, 2015; Baptista, 2013; Calderón & Ulate, 2017). Este problema tornou-se uma preocupação na medicina veterinária,

principalmente com relação ao conceito de “Saúde Única”, onde a saúde humana, a saúde animal e o meio ambiente estão totalmente integrados ([Lima et al., 2020](#); [Miranda, 2018](#)). Desta forma, é extremamente importante quando se considera a resistência bacteriana aos medicamentos antimicrobianos ([Brito et al., 2001](#); [Macedo et al., 2013](#); [Scaldfarri et al., 2020](#)). O risco potencial de transmissão de isolados resistentes aos antimicrobianos de animais para humanos e vice-versa está associado ao contato próximo entre animais e seus tutores e ao uso inadequado de antimicrobianos, uma vez que os medicamentos utilizados no tratamento de humanos são administrados em animais como estimuladores de crescimento e em tratamentos e profilaxia de infecções.

A resistência antimicrobiana é uma preocupação crescente na medicina veterinária e as cepas de *Staphylococcus* spp. tornaram-se notáveis protagonistas nesse cenário. A capacidade desses microrganismos de desenvolver resistência aos antimicrobianos representa uma ameaça significativa para a eficácia dos tratamentos em animais de companhia, de produção e em ambientes veterinários em geral. A ascensão da resistência *Staphylococcus* sp. coloca em evidência a necessidade urgente de compreender os mecanismos desse fenômeno, bem como de desenvolver estratégias de prevenção e manejo para proteger a saúde animal e a saúde pública ([Agostinis et al., 2012](#); [Bochev & Russenova, 2005](#); [Pellegrino et al., 2011](#)).

A presente revisão tem como objetivo analisar de maneira abrangente a resistência observada em *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária, explorando as causas, os fatores de risco e os impactos dessa resistência. Além disso, as implicações para a saúde humana, considerando a transmissão potencial dessas cepas resistentes entre animais e humanos. Compreender a dinâmica da resistência a *Staphylococcus* spp. é crucial para informar políticas de uso prudente de antimicrobianos e desenvolver estratégias eficazes para enfrentar esse desafio global na saúde animal e na medicina veterinária.

***Staphylococcus* spp.**

O gênero *Staphylococcus* faz parte da família *Staphylococcaceae*, formada por 98 espécies distribuídas em nove gêneros, sendo *Staphylococcus* considerado um dos mais importantes. O gênero *Staphylococcus* possui 55 espécies bacterianas e 23 subespécies catalogadas. O termo "gênero *Staphylococcus* spp." refere-se à categoria taxonômica que engloba diversas espécies pertencentes ao gênero *Staphylococcus*. O "spp." é uma abreviação de "species", indicando que se trata de um conjunto de diversas espécies dentro do gênero *Staphylococcus*. Este gênero é conhecido por incluir uma variedade de bactérias, algumas das quais podem ser patogênicas para humanos e animais, causando uma variedade de infecções, desde infecções cutâneas simples até infecções mais graves e sistêmicas. Os *Staphylococcus* spp. podem permanecer dormentes na pele saudável dos cães, sendo essas bactérias consideradas zoológicamente importantes ([Trajano et al., 2023](#)).

Os *Staphylococcus* spp. inclui um grupo de bactérias formado por cocos Gram positivos, mesófilos típicos, podem crescer em temperatura variável de 7,0 a 47,8 °C, são imóveis, não esporulados, anaeróbicos facultativos, podendo ser divididos em catalase positiva e oxidase-negativa. Sendo a principal diferenciação entre as espécies desse gênero a síntese de coagulase. As espécies coagulase negativa (CoNS) apresentam geralmente infecções oportunistas em imunossuprimidos e as coagulase-positiva (CoPs) são toxigênicas e geralmente causam infecções mais graves. A produção da enzima coagulase é responsável por conferir maior virulência ao patógeno aumentando sua capacidade enterotoxigênica. As espécies coagulase positiva com maior importância clínica são os *Staphylococcus pseudintermedius*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus hyicus* e *Staphylococcus schleiferi* subspécie CoPs. Sendo o *S. aureus* mais comumente encontrado no homem ([Zago et al., 2009](#)) e o *S. pseudointermedius* mais comumente encontrado em cães ([Soares et al., 2008](#)). No geral, os *Staphylococcus* são habitantes naturais das membranas mucosas e pele de todos mamíferos e aves, por esse motivo, dizer que esses são patogênicos não é considerado correto, considera-se tradicionalmente que os CoPs são os patógenos “verdadeiros” enquanto os CoNS são os microrganismos residentes ou comensais ([Ríos et al., 2015](#)). Em animais de companhia o *Staphylococcus* spp. encontra-se frequentemente ligado a otites e piodermites, em gados leiteiros é o principal causador de infecções intramamárias, além de ser considerado o principal agente a causar infecções nosocomiais em humanos ([Coelho et al., 2007](#)).

Resistência bacteriana

A resistência aos agentes antimicrobianos não é um fenômeno novo nas bactérias ([Alves, 2021](#); [Costa & Silva Júnior, 2017](#); [Džidić et al., 2008](#); [Silva & Hollenbach, 2010](#)). Os primeiros relatos de resistência surgiram com o uso da penicilina. O primeiro antibiótico a ser comercializado teve seu uso disseminado em larga escala, não usado apenas para infecções, mas dores e febres em geral, como consequência surgiram os primeiros organismos resistentes, entre eles o *Staphylococcus* sp. Seu mecanismo de resistência se deu devido a produção de enzimas como as beta-lactamases.

A resistência antimicrobiana (RAM) ocorre quando microrganismos patogênicos não respondem mais aos medicamentos antimicrobianos. Como resultado da resistência aos medicamentos, os antibióticos e outros medicamentos antimicrobianos tornam-se ineficazes e as infecções tornam-se difíceis ou impossíveis de tratar, aumentando o risco de propagação de doenças, doenças graves, incapacidade e morte. Esse fenômeno ocorre quando as bactérias desenvolvem a capacidade de sobreviver a doses usuais de agentes antimicrobianos, tais como antibióticos, tornando-se menos suscetíveis aos efeitos desses medicamentos. A resistência aos antibióticos pode ocorrer por diversos mecanismos apresentados pelas bactérias, entre eles: mudança na permeabilidade da membrana celular que impede a entrada do antibiótico na célula ou faz com que ocorra o efluxo desse para fora da célula, por uma mutação que altera o alvo de um antibiótico de modo que o novo alvo não seja afetado, ou pela aquisição da bactéria de degradar ou inativar o antibiótico ([Baptista, 2013](#); [Estrela, 2018](#); [Lima et al., 2020](#); [Teixeira et al., 2019](#)).

A RAM é um processo natural que ocorre ao longo do tempo através de alterações genéticas em patógenos, por mais conservador que seja o uso dos antimicrobianos esse processo ainda vai ocorrer devido a interação entre o microrganismo e o ecossistema; porém, o seu surgimento e propagação são acelerados pela atividade humana, principalmente pelo uso indevido e excessivo de antimicrobianos para tratar, prevenir ou controlar infecções em humanos e animais. As bactérias adquirem resistência a medicamentos antimicrobianos em resposta a uma ampla gama de pressões seletivas. Estes operam de maneiras diferentes que nem sempre são claramente identificáveis. O próprio uso de antimicrobianos leva à seleção darwiniana para resistência e essa resistência pode ser disseminada pela disseminação de bactérias ou pela transferência de genes para outras bactérias ([Marques et al., 2023](#); [Souza et al., 2016](#)).

Os antibióticos são agentes que destroem ou inibem diversos tipos de bactérias, afetando elementos metabólicos ou estruturais essenciais à sobrevivência bacteriana. A classificação dos antibióticos é feita em amplo ou estreito espectro, dependendo das bactérias que podem afetar. Antibióticos de amplo espectro têm ação antimicrobiana em bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, enquanto antibióticos de espectro estreito impactam apenas cepas bacterianas Gram-positivas ou Gram-negativas. A problemática da resistência bacteriana em animais ganha destaque na medicina veterinária contemporânea. Esse fenômeno refere-se à habilidade das bactérias de resistir aos efeitos de antibióticos e outros agentes antimicrobianos, comprometendo a eficácia dos tratamentos e representando um desafio crescente para a saúde dos animais ([Costa & Silva Júnior, 2017](#); [Ishii et al., 2011](#); [Lloyd & Page, 2018](#); [McManus, 1997](#); [Silva & Hollenbach, 2010](#)).

O aumento global da resistência aos antibióticos representa uma ameaça significativa, diminuindo a eficácia dos antibióticos comuns contra infecções bacterianas generalizadas. O relatório do Sistema Global de Vigilância de Uso e Resistência Antimicrobiana (GLASS) destaca taxas alarmantes de resistência entre patógenos bacterianos prevalentes ([Cezar et al., 2019](#)). As taxas medianas relatadas em 76 países de 42% para *E. coli* resistente à cefalosporina de terceira geração e 35% para *Staphylococcus aureus* resistente à metilina são uma grande preocupação. Isso está tornando mais difícil o tratamento eficaz de infecções comuns.

O surgimento da resistência antimicrobiana (RAM) em animais de companhia é uma questão de preocupação global, não apenas com relação ao paciente, mas também como problema de saúde pública, uma vez que cães e gatos estão cada vez mais próximos dos seres humanos, estimando-se assim que a transferência horizontal de tais patógenos de animais de companhia para humanos ocorra devido ao contato próximo entre esses. A emergência e a propagação de agentes patogênicos resistentes aos medicamentos ameaçam a nossa capacidade de tratar infecções comuns e de realizar procedimentos que salvam vidas como cesarianas, transplantes de órgãos e outras cirurgias. Além disso, as infecções

resistentes aos medicamentos afetam a saúde dos animais, reduzem a produtividade agropecuária e ameaçam a segurança alimentar.

A crise de resistência aos medicamentos antimicrobianos na medicina humana colocou em questão todos os aspectos do uso destes medicamentos em animais. Embora existam dados consideráveis, embora muitas vezes fragmentados, sobre a resistência aos medicamentos antimicrobianos em animais de produção destinados a alimentação, ainda há poucos dados úteis sobre a utilização de medicamentos antimicrobianos e dados sobre resistência em animais de companhia ([Lloyd & Page, 2018](#); [McManus, 1997](#); [Silva & Hollenbach, 2010](#)).

Na prática da medicina veterinária, os antimicrobianos são utilizados tanto para propósitos terapêuticos quanto profiláticos, especialmente em cães e gatos, sobretudo após procedimentos cirúrgicos. O uso indiscriminado e inadequado dessas medicações contribui substancialmente para o contínuo aumento da resistência antimicrobiana. Essa resistência persistente continua a ser um dos principais desafios tanto para a medicina humana quanto para a veterinária, impactando diretamente a eficácia dos tratamentos de doenças e resultando no aumento das taxas de morbimortalidade, além da resistência aos medicamentos ([Agostinis et al., 2012](#)).

A resistência bacteriana é um fenômeno complexo e crescente que representa uma ameaça substancial à eficácia dos tratamentos antimicrobianos em ambientes médicos, veterinários e em saúde pública em geral. Esta, é impulsionada por uma série de fatores, sendo o uso inadequado e excessivo de antimicrobianos um dos principais contribuintes. Seja na medicina humana ou veterinária, a prescrição imprudente, a automedicação e a administração inadequada desses medicamentos promovem um ambiente propício para o desenvolvimento e disseminação de cepas bacterianas resistentes. Ainda, na medicina veterinária em animais de produção, existe o uso de antimicrobianos como promotor de crescimento, fator esse que pode ter contribuído no aumento dos casos de resistência, apesar da legislação hoje proibir seu uso ([Alves, 2021](#); [Marques et al., 2023](#); [Teixeira et al., 2019](#)).

Além disso, a transmissão horizontal de material genético entre bactérias, incluindo a transferência de genes de resistência, acelera o processo de resistência bacteriana. A rápida disseminação de cepas resistentes em diferentes ambientes, como hospitais, comunidades e até mesmo no meio ambiente, aumenta a complexidade desse problema ([Bochev & Russenova, 2005](#)).

O uso frequente e, por vezes, indiscriminado de antimicrobianos em animais de companhia, seja para o tratamento de infecções ou como medida profilática, cria um ambiente propício para o desenvolvimento e disseminação da resistência bacteriana. A exposição contínua a esses agentes favorece a seleção de cepas bacterianas resistentes, podendo resultar em infecções mais desafiadoras de tratar, com potencial para disseminação entre animais e, inclusive, para humanos ([Alves, 2021](#); [Marques et al., 2023](#)).

[Werckenthin et al. \(2001\)](#) destacam o aumento das taxas de resistência aos antibióticos em animais de companhia ao longo dos anos, correlacionando-o com o uso mais frequente de antimicrobianos no tratamento desses animais. A utilização crescente de antibióticos de amplo espectro, muitas vezes sem a devida certeza da necessidade real, reflete a prática comum de tratar pacientes sem a realização de exames para identificação bacteriana e sua susceptibilidade antimicrobiana. Os antibióticos desempenham um papel crucial no tratamento de doenças infecciosas bacterianas em diversas espécies animais, variando conforme o período de tratamento, as vias de administração e a espécie animal. Apesar da ampla variedade de antibióticos disponíveis, enfrentamos desafios e problemas associados à administração desses medicamentos em animais. Assim, surge uma necessidade premente de maior fiscalização sobre o uso adequado de antibióticos, especialmente voltadas para aplicações veterinárias. Dentre esses microrganismos resistentes aos antibióticos estão os *Staphylococcus spp.*, tais bactérias estão presentes em muitos casos, em humanos e animais, relacionados à infecção bacteriana por microrganismos multirresistentes.

Resistência bacteriana a *Staphylococcus spp.* na medicina veterinária

A resistência a *Staphylococcus spp.* na medicina veterinária representa uma crescente preocupação, dada a relevância clínica e a capacidade dessas bactérias de se adaptarem aos agentes antimicrobianos comumente utilizados. *Staphylococcus spp.*, em particular *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus*

pseudointermedius, são patógenos frequentemente associados a infecções em animais de companhia, como cães e gatos.

Em um estudo realizado por [Arias et al. \(2008\)](#), foram analisados 18 animais (17 cães e um gato) com feridas contaminadas e infectadas no período entre setembro de 2006 e abril de 2007. Os resultados indicaram que as bactérias mais prevalentes foram *Pseudomonas* spp. (30%), *Proteus* (20%), *Staphylococcus* spp. (15%) e *Streptococcus* spp. (15%). Nesse estudo foi observado em relação às bactérias Gram-positivas, uma redução na resistência à amicacina e à ciprofloxacina, enquanto a resistência à cefalexina aumentou. A sensibilidade à enrofloxacina não apresentou alterações significativas ao longo desse intervalo de tempo. Essas mudanças nos padrões de resistência são possivelmente resultado das modificações implementadas nas práticas terapêuticas adotadas no setor. Houve uma maior racionalização no uso de antibióticos, com base na realização de culturas e antibiogramas, exceto para as cefalosporinas, especialmente a cefalotina injetável, que continua a ser amplamente utilizada no início do atendimento a pacientes com feridas traumáticas

[Freitas et al. \(2004\)](#), demonstraram que 22,2% das cepas de *Staphylococcus* spp. analisadas apresentaram-se resistentes a cinco antibióticos, 12,2% a seis e 11,1% a 14 antibióticos. Essa elevada ocorrência de resistência múltipla aos antibióticos apresenta um risco potencial para a saúde pública e pode dificultar o tratamento de doenças humanas e de animais, agravando quadros clínicos potencialmente curáveis.

[Coelho et al. \(2007\)](#) observaram resultados semelhantes ao concluírem que os isolados clínicos de *Staphylococcus* spp provenientes de amostras animais e humanas apresentaram elevada resistência à penicilina e à ampicilina, tendo a associação de ampicilina mais sulbactam mostrado maior eficácia frente a esses isolados. As cepas resistentes à oxacilina, em sua maioria, apresentaram resistência aos demais antimicrobianos testados, com exceção da vancomicina e da associação de ampicilina mais sulbactam.

Para [Bochev & Russenova \(2005\)](#) em vez de simplesmente se tornarem cada vez mais resistentes aos medicamentos antimicrobianos, ao longo de 15 anos, *S. aureus* e *S. intermedius* em cães aumentaram a resistência a alguns medicamentos antimicrobianos, mas diminuíram a resistência a outros, mudanças que parecem refletir as mudanças nos padrões de uso de drogas individuais durante um período semelhante. A resistência antimicrobiana não está numa fase de crise na medicina canina, mas há sinais de alerta. São necessárias mais informações sobre a resistência antimicrobiana e sua base molecular na medicina canina, bem como sobre o uso de medicamentos antimicrobianos por veterinários na prática de animais de companhia.

A resistência a antimicrobianos em *Staphylococcus* spp. é multifatorial, envolvendo tanto mecanismos intrínsecos como adquiridos. Mutações genéticas espontâneas podem conferir resistência, mas a transferência de genes de resistência por meio de elementos móveis, como plasmídios e transposons, é um fator significativo na disseminação dessa resistência entre diferentes cepas bacterianas ([Pellegrino et al., 2011](#); [Silva et al., 2018](#); [Soares et al., 2008](#)).

A utilização generalizada e muitas vezes inadequada de antimicrobianos na prática veterinária contribui substancialmente para o desenvolvimento e a perpetuação da resistência em *Staphylococcus* spp. Procedimentos cirúrgicos, tratamentos prolongados e a presença frequente dessas bactérias em ambientes clínicos aumentam as oportunidades para a seleção de cepas resistentes.

Segundo [Silva et al. \(2014\)](#), a resistência a *Staphylococcus* spp. compromete a eficácia dos tratamentos veterinários, tornando infecções mais difíceis de controlar e potencialmente aumentando os riscos de disseminação para outros animais e, em alguns casos, para humanos. A transmissão de cepas resistentes entre animais de companhia e seus proprietários é uma preocupação adicional, ressaltando a importância da abordagem integrada na gestão da resistência bacteriana.

Medidas estratégicas são essenciais para conter e prevenir a resistência a *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária. Isso inclui a promoção de práticas de prescrição prudentes, a implementação de protocolos de higiene rigorosos em ambientes clínicos, a realização de testes de sensibilidade aos antimicrobianos antes da prescrição e o estímulo à pesquisa para o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos.

***Staphylococcus* resistente à meticilina (MRS)**

Durante décadas, os estafilococos resistentes à meticilina, especialmente *S. aureus* (MRSA), são uma das principais causas de infecções nosocomiais e de uma variedade de síndromes potencialmente fatais em todo o mundo. *Staphylococcus* spp. multirresistente refere-se a cepas de bactérias do gênero *Staphylococcus*, que inclui espécies como *Staphylococcus aureus*, que desenvolveram resistência a múltiplos antibióticos. A resistência a vários antibióticos pode tornar o tratamento de infecções causadas por essas bactérias mais desafiador, pois as opções de antibióticos eficazes podem ser limitadas. Diferentes *Staphylococcus* spp. fazem parte da microbiota comensal, por exemplo, na pele e nas narinas de humanos e animais saudáveis, mas também podem causar doenças que variam de abscessos e mastite a septicemia. Em resposta ao tratamento com antibióticos, as bactérias podem desenvolver resistência, e *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) emergiu como um dos patógenos resistentes a antibióticos mais comuns em todo o mundo ([Pantosti et al., 2007](#)).

O MRSA se destaca como a espécie de maior importância para medicina veterinária, esse patógeno pode ser isolado em ambientes hospitalares, cepas resistentes na comunidade e em animais de produção. Os fatores de risco associados a infecção por MRSA estão relacionados principalmente ao cateterismo intravenoso e uso inadequado dos medicamentos antimicrobianos como β -lactâmicos e fluoroquinolona ([Trajano et al., 2023](#)).

[Pantosti et al. \(2007\)](#) explicam que o *Staphylococcus aureus* pode exemplificar melhor do que qualquer outro patógeno humano a evolução adaptativa das bactérias na era dos antibióticos, pois demonstrou uma capacidade única de responder rapidamente a cada novo antibiótico com o desenvolvimento de um mecanismo de resistência, começando com a penicilina e a meticilina, até o os mais recentes, linezolida e daptomicina. Os mecanismos de resistência incluem inativação enzimática do antibiótico (enzimas de modificação de penicilinas e aminoglicosídeo), alteração do alvo com diminuição da afinidade pelo antibiótico (exemplos notáveis são a proteína de ligação à penicilina 2a de *S. aureus* resistente à meticilina e D -Ala- D - Lac de precursores de peptidoglicano de cepas resistentes à vancomicina, aprisionamento do antibiótico, para vancomicina e possivelmente daptomicina e bombas de efluxo no caso das fluoroquinolonas e tetraciclina ([Silva & Hollenbach, 2010](#)).

Na clínica cirúrgica de pequenos animais o *Staphylococcus pseudintermedius* ganha destaque por ser uma bactéria comensal da pele e mucosas dos animais responsável pela grande maioria das infecções como otite, piodermite e infecções do sítio cirúrgico, esse também apresenta resistência a meticilina (MRSP) sendo uma grande preocupação de saúde pública por também infectar humanos e ter características de um patógeno multirresistente ([Trajano et al., 2023](#)).

Staphylococcus spp. resistentes à meticilina (MRS), geralmente ligados ao gene mec A, são importantes microrganismos resistentes a antibióticos importantes como β -lactâmicos, carbapenêmicos e quinolonas, outro importante agente antimicrobiano é a vancomicina, que tem sido o medicamento de escolha em casos de infecções por MRS, mas desde 2002 há relatos de isolados de *Staphylococcus* spp. resistentes à vancomicina (VRS) que podem ser responsáveis por causar grandes problemas ([Gardete & Tomasz, 2014](#)).

Considerações finais

A resistência a *Staphylococcus* spp. na medicina veterinária é um desafio complexo e em constante evolução, exigindo uma abordagem proativa e integrada para mitigar seus impactos. Os estudos e observações nesse campo destacam a importância crítica de compreender e gerenciar a resistência bacteriana em *Staphylococcus* spp. para preservar a eficácia dos tratamentos em animais. A análise de padrões de resistência revela mudanças significativas ao longo do tempo, influenciadas por práticas terapêuticas, protocolos de prescrição e adaptações ambientais. A promoção do uso racional de antimicrobianos, a realização de testes de sensibilidade antes da prescrição e a implementação de protocolos de higiene rigorosos são medidas essenciais para conter a disseminação da resistência.

A resistência a antibióticos pode surgir devido ao uso inadequado de antibióticos, automedicação, ou exposição excessiva a esses medicamentos. Essa resistência cria desafios significativos para o tratamento de infecções, uma vez que limita as opções disponíveis para combater as bactérias multirresistentes. O controle adequado do uso de antibióticos e práticas de higiene são essenciais para

prevenir o desenvolvimento e a disseminação de cepas multirresistentes de *Staphylococcus* spp. e outras bactérias.

Além disso, a conscientização sobre a transmissão potencial de cepas resistentes entre animais e humanos destaca a necessidade de estratégias abrangentes que abordem não apenas a resistência em contextos veterinários, mas também considerem a saúde pública. A colaboração entre profissionais de saúde, pesquisadores e autoridades reguladoras é crucial para desenvolver e implementar políticas eficazes. Enfrentando o problema do desenvolvimento e propagação da resistência bacteriana, as estratégias preventivas são consideradas os meios mais adequados para combatê-la. O estabelecimento de opções de gestão adequada depende de esforços cientificamente defensáveis para obter dados objetivos sobre a prevalência da resistência bacteriana em animais saudáveis e doentes.

Referências bibliográficas

- Agostinis, R. O., Mello, P. L., & Martins, L. de A. (2012). Importância do mapeamento e monitoramento do perfil de resistência e detecção dos genes de resistência de *Staphylococcus* sp. relacionados à mastite bovina. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 15(1).
- Alós, J.-I. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(10), 692–699. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2014.10.004>.
- Alves, J. W. S. (2021). *Antibióticos e mecanismos de resistência bacteriana: Uma questão de saúde pública*. <https://doi.org/10.51161/remis/1195>.
- Arias, M. V. B., Battaglia, L. A., Aiello, G., Carvalho, T. T., & Freitas, J. C. (2008). Identificação da suscetibilidade antimicrobiana de bactérias isoladas de cães e gatos com feridas traumáticas contaminadas e infectadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 29(4), 861–874. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n4p861>.
- Baptista, M. G. F. M. (2013). Mecanismos de resistência aos antibióticos. In *Ciências Farmacêuticas*.
- Bochev, I., & Russenova, N. (2005). Resistance of *Staphylococcus* spp. strains isolated from goats with subclinical mastitis. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 8(2).
- Brito, M. A. V. P., Brito, J. R. F., Silva, M. A. S., & Carmo, R. A. (2001). Concentração mínima inibitória de dez antimicrobianos para amostras de *Staphylococcus aureus* isoladas de infecção intramamária bovina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 53(5). <https://doi.org/10.1590/s0102-09352001000500003>.
- Calderón, G. R., & Ulate, L. A. (2017). Resistencia antimicrobiana: microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica*, 73(621), 757–763.
- Cezar, G. A., Barbosa, C. N., & Morés, N. (2019). *Doença de Glasser: uma revisão* (pp. 14–26). Universidade Federal de Pernambuco.
- Coelho, S. D. M. D. O., Moraes, R. A. M., Soares, L. D. C., Pereira, I. A., Gomes, L. P., & De Souza, M. M. S. (2007). Mapeamento do perfil de resistência e detecção do gene *mecA* em *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus intermedius* oxacilina-resistentes isolados de espécies humanas e animais. *Ciencia Rural*, 37(1). <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000100031>.
- Costa, A. L. P., & Silva Júnior, A. C. S. (2017). Resistência bacteriana aos antibióticos e saúde pública: uma breve revisão de literatura. *Estação Científica (UNIFAP)*, 7(2), 45–57.
- Džidić, S., Šušković, J., & Kos, B. (2008). Antibiotic resistance mechanisms in bacteria: biochemical and genetic aspects. *Food Technology & Biotechnology*, 46(1), 11–21.
- Estrela, T. S. (2018). Resistência antimicrobiana: enfoque multilateral e resposta brasileira. *Assessoria de Assuntos Internacionais de Saúde*, 20, 1998–2018.
- Freitas, M. F. L., Mota, R. A., Leão, A. E. D. S., Figueiredo, M. L., Fonte, M. M., & Vieira, R. F. C. (2004). Sensibilidade antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus* spp. isoladas de carcaças de frango comercializadas em Recife. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56(3). <https://doi.org/10.1590/s0102-09352004000300019>.
- Gardete, S., & Tomasz, A. (2014). Mechanisms of vancomycin resistance in *Staphylococcus aureus*. In *Journal of Clinical Investigation* (Vol. 124, Issue 7). <https://doi.org/10.1172/JCI68834>.

- Ishii, J. B., Freitas, J. C., & Arias, M. V. B. (2011). Resistência de bactérias isoladas de cães e gatos no Hospital Veterinário da Universidade Estadual de Londrina (2008-2009). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(6), 533–537.
- Lima, N. T. S., Araújo, L. R. T., Araújo, B. V. S., Batista, V. H. T., Veloso, L. S., & Leite, A. I. (2020). A Saúde Única na perspectiva da educação popular em saúde. *Research, Society and Development*, 9(10), e8839109314. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9314>.
- Lloyd, D. H., & Page, S. W. (2018). Antimicrobial Stewardship in Veterinary Medicine. *Microbiology Spectrum*, 6(3). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0023-2017>.
- Macedo, R. F., Rossa, L. S., von Rosen, S. E., Diez, D. C., Weber, S. H., & Stertz, S. C. (2013). Resistência antimicrobiana e ocorrência de micro-organismos patogênicos e indicadores em frangos orgânicos e convencionais: estudo comparativo. *Biotemas*, 26(3), 211–220. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n3p211>.
- McManus, M. C. (1997). Mechanisms of bacterial resistance to antimicrobial agents. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 54(12), 1420–1433. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0019-2017>.
- Marques, G. R., dos Santos, A. C. C. & Costa, M. T. (2023). Resistência bacteriana na medicina veterinária e implicações com a saúde pública. *Veterinaria e zootecnia*, 30, 001-012. Doi <https://doi.org/10.35172/rvz.2023.v30.1367>
- Miranda, M. (2018). A contribuição do médico veterinário a saúde única-one health. *Psicologia e Saúde Em Debate*, 4(Suppl1), 34.
- Pantosti, A., Sanchini, A., & Monaco, M. (2007). Mechanisms of antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*. In *Future Microbiology* (Vol. 2, Issue 3). <https://doi.org/10.2217/17460913.2.3.323>.
- Pellegrino, M. S., Frola, I. D., Odierno, L. M., & Bogni, C. I. (2011). Mastitis Bovina: Resistencia a antibióticos de cepas de *Staphylococcus aureus* asiladas de leche. *Revista Electronica de Veterinaria*, 12(7).
- Ríos, A. M., Barquero, M. R., Ortiz, G., Ayllón, T., Smit, L., Rodríguez-Dominguez, M., & Sánchez-Días, A. (2015). *Staphylococcus* multirresistentes a los antibióticos y su importancia en medicina veterinaria. *A.V.E.P.A.*, 35(3).
- Scaldeferri, L. G., Tameirão, E. R., Flores, S. A., Neves, R. A. S. C., Correia, T. S., Carmo, J. R., Toma, H. S., & Ferrante, M. (2020). Formas de resistência microbiana e estratégias para minimizar sua ocorrência na terapia antimicrobiana: Revisão. *PUBVET*, 14(8), 1–10. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n8a621.1-10>.
- Silva, A. P., Schmidt, C., Vargas, A. C., Maboni, G., Rampelotto, C., Schwab, M. L., Escobar, T. P., & Amaral, A. S. (2014). Suscetibilidade antimicrobiana de *Staphylococcus* spp. isolados de cães com pioderma superficial. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(4). <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000400010>.
- Silva, J. M. B., & Hollenbach, C. B. (2010). Fluorquinilonas x resistência bacteriana na medicina veterinária. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 77(2). <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p3632010>.
- Silva, J. G., Alcântara, A. M., & Mota, R. A. (2018). Mastite bovina causada por *Staphylococcus* spp. resistentes à meticilina: revisão de literatura. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 38(2). <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-4996>.
- Soares, L. C., Pereira, I. A., Coelho, S. M. D. O., Cunha, C. M. M., Oliveira, D. F. B., Miranda, A. N., & Souza, M. M. S. (2008). Caracterização fenotípica da resistência a antimicrobianos e detecção do gene *mecA* em *Staphylococcus* spp. coagulase-negativos isolados de amostras animais e humanas. *Ciencia Rural*, 38(5). <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000500023>.
- Souza, M. M. S., Coelho, S. M. O., Coelho, I. C., Soares, B. S., Motta, C. C., Melo, D. A., Dubenczuk, F. C., Santiago, G. S., Pimenta, R. L., & Marques, V. F. (2016). Resistência antimicrobiana em animais de produção: uma visão geral. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 38(Supl. 3), 68–74.
- Teixeira, A. R., Figueiredo, A. F. C., & França, R. F. (2019). Resistência bacteriana relacionada ao uso indiscriminado de antibióticos. *Revista Saúde Em Foco*, 11, 853–875.

- Trajano, S. C., Santos, J. A. M., Silva, J. C. F., & Aragão, B. B. (2023). Infecção do sítio cirúrgico por microrganismos patogênicos na clínica cirúrgica de pequenos animais. In *Ciência Animal e Veterinária: tópicos atuais em pesquisa*. <https://doi.org/10.37885/230412659>.
- Werckenthin, C., Cardoso, M., Martel, J. L., & Schwarz, S. (2001). Antimicrobial resistance in staphylococci from animals with particular reference to bovine *Staphylococcus aureus*, porcine *Staphylococcus hyicus*, and canine *Staphylococcus intermedius*. *Veterinary Research*, *32*(3–4). <https://doi.org/10.1051/vetres:2001129>
- Zago, J. A. A., Ushimaru, P. I., Barbosa, L. N., & Fernandes Júnior, A. (2009). Sinergismo entre óleos essenciais e drogas antimicrobianas sobre linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de casos clínicos humanos. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, *19*(4), 828–833.

Histórico do artigo:**Recebido:** 14 de fevereiro de 2024**Aprovado:** 5 de março de 2024**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.