

A EMERGÊNCIA DA RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA COMO DESAFIO À SAÚDE PÚBLICA E A REGULAÇÃO SOB A PERSPECTIVA ONE HEALTH NO BRASIL

THE EMERGENCE OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE AS A CHALLENGE TO PUBLIC
HEALTH AND REGULATION FROM THE ONE HEALTH PERSPECTIVE IN BRAZIL

Dara Soares Lucio¹
Guilherme Vargas Silva Menezes²
Thamires Gomes Vieira³
Janaina Adna Barbosa Sena⁴

RESUMO

A resistência antimicrobiana (RAM) constitui um dos principais desafios contemporâneos à saúde pública global, comprometendo a eficácia terapêutica de medicamentos utilizados no tratamento de infecções em humanos e animais. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar criticamente a regulação do uso de antimicrobianos na medicina veterinária no Brasil e suas implicações para a saúde humana, animal e ambiental sob a perspectiva *One Health*. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental, com consulta a artigos científicos nacionais e internacionais, legislações sanitárias e documentos institucionais publicados entre 2017 e 2026. O estudo aborda os principais mecanismos microbiológicos da resistência antimicrobiana, os padrões de prescrição e uso de antimicrobianos na medicina veterinária, bem como fatores associados ao uso inadequado desses fármacos, incluindo automedicação, falhas diagnósticas e utilização profilática indiscriminada em sistemas produtivos. Além disso, discute-se o papel do meio ambiente como reservatório de genes de resistência e a relevância dos mecanismos de transferência horizontal de genes na disseminação bacteriana. A pesquisa também evidencia fragilidades regulatórias relacionadas à fragmentação institucional entre ANVISA e MAPA, à ausência de um sistema nacional integrado de monitoramento veterinário e às assimetrias regulatórias entre os setores humano e animal. Por fim, destaca-se a importância da abordagem Saúde Única para o fortalecimento de políticas públicas integradas, vigilância sanitária e uso racional de antimicrobianos, visando à contenção da resistência bacteriana e à preservação da eficácia terapêutica desses medicamentos.

PALAVRAS-CHAVE: antimicrobianos; medicina veterinária; Saúde Única; Regulação; disseminação bacteriana.

ABSTRACT

Antimicrobial resistance (AMR) is one of the main contemporary challenges to global public health, compromising the therapeutic effectiveness of drugs used to treat infections in humans and animals. In this context, the present study aimed to critically analyze the regulation of antimicrobial use in

¹Graduanda no curso de Medicina Veterinária pela Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE).

²Bacharel em Direito pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

³Graduanda no curso de Medicina Veterinária pela Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE).

⁴Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), docente no curso de Medicina Veterinária pela Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE).

veterinary medicine in Brazil and its implications for human, animal, and environmental health from the One Health perspective. This is a qualitative and exploratory study developed through a bibliographic and documentary review, based on national and international scientific articles, sanitary legislation, and institutional documents published between 2017 and 2026. The study addresses the main microbiological mechanisms of antimicrobial resistance, antimicrobial prescription and usage patterns in veterinary medicine, as well as factors associated with the inappropriate use of these drugs, including self-medication, diagnostic failures, and indiscriminate prophylactic use in production systems. Furthermore, the study discusses the role of the environment as a reservoir of resistance genes and the importance of horizontal gene transfer mechanisms in bacterial dissemination. The research also highlights regulatory weaknesses related to institutional fragmentation between ANVISA and MAPA, the absence of an integrated national veterinary monitoring system, and regulatory asymmetries between the human and animal sectors. Finally, the importance of the One Health approach is emphasized for strengthening integrated public policies, sanitary surveillance, and the rational use of antimicrobials, aiming to contain bacterial resistance and preserve the therapeutic effectiveness of these drugs.

KEYWORDS: antimicrobials; veterinary medicine; one health; regulation; bacterial dissemination.

1 INTRODUÇÃO

A resistência antimicrobiana (RAM) configura-se como um dos mais relevantes desafios à saúde pública global, sendo caracterizada pela capacidade de microrganismos, como bactérias, vírus, fungos e parasitas resistirem à ação de medicamentos anteriormente eficazes no tratamento de infecções (LENTZ, 2022). Esse fenômeno compromete a efetividade terapêutica, eleva taxas de mortalidade, prolonga internações e impõe impactos econômicos significativos aos sistemas de saúde em escala mundial (CRMV-MA, 2024).

O uso de antimicrobianos consolidou-se como ferramenta essencial para prevenção de enfermidades e redução de perdas produtivas. Contudo, sua utilização inadequada tem impulsionado o avanço da resistência antimicrobiana (RAM), reconhecida como uma das principais ameaças à saúde global, comparável a desafios como as doenças crônicas não transmissíveis (TANG; MILLAR; MOORE, 2023).

No âmbito das doenças infecciosas, a gravidade da resistência antimicrobiana (RAM) também se expressa no comprometimento de tratamentos essenciais, como observado na tuberculose, doença que permanece entre as principais causas de mortalidade infecciosa no mundo. Estima-se que 10,6 milhões de pessoas adoeceram por tuberculose em 2022, resultando em aproximadamente 1,3 milhão de óbitos, além de cerca de 410 mil novos casos de tuberculose multirresistente ou resistente à rifampicina (CHEN *et al.*, 2024).

Nesse contexto, a resistência antimicrobiana destaca-se por sua capacidade de comprometer décadas de avanços terapêuticos, tornando infecções previamente tratáveis progressivamente mais difíceis de controlar.

Para além da saúde humana, a resistência antimicrobiana envolve impactos ambientais, produtivos e sanitários, evidenciando seu caráter multifatorial e sua interface com a sustentabilidade (RODRIGUES *et al.*, 2025). Nesse contexto, a medicina veterinária ocupa posição relevante na discussão, considerando que os antimicrobianos são amplamente empregados tanto na clínica de animais de companhia quanto nos sistemas de produção animal, com finalidades terapêuticas, profiláticas e, historicamente, como promotores de crescimento em determinados modelos produtivos (HOELZER *et al.*, 2017).

Na clínica de pequenos animais, esses fármacos são frequentemente utilizados no tratamento de afecções dermatológicas, urinárias, respiratórias e gastrointestinais, especialmente em cães e gatos (YUDHANTO *et al.*, 2024). Já nos sistemas de produção, sua aplicação ocorre no manejo sanitário de enfermidades bacterianas em bovinos, suínos e aves, incluindo mastites, pneumonias e enterites, além de sua utilização, em alguns contextos, para otimização do desempenho zootécnico e conversão alimentar (BROWN *et al.*, 2017). Embora essenciais à saúde animal, o uso inadequado desses fármacos favorece a seleção e disseminação de cepas bacterianas resistentes entre animais, seres humanos e o ambiente, evidenciando a necessidade de compreensão do fenômeno sob a perspectiva *One Health* (TANG *et al.*, 2017).

No Brasil, a governança sobre o uso de antimicrobianos reflete uma dualidade regulatória que desafia a implementação efetiva da abordagem de Saúde Única. Enquanto os fármacos destinados ao uso humano estão sob controle da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que exige a retenção de receita desde a RDC nº 20/2011 (Brasil, 2011), os medicamentos de uso veterinário e aditivos zootécnicos permanecem sob a jurisdição do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Essa divisão institucional estabelece sistemas de vigilância que, embora tecnicamente robustos em seus nichos, operam de forma fragmentada e muitas vezes desconectada.

Nesse cenário, a abordagem *One Health* apresenta-se como referencial indispensável para a compreensão da resistência antimicrobiana, ao reconhecer a interdependência entre saúde humana, saúde animal e equilíbrio ambiental. Sob essa perspectiva, a contenção da RAM demanda estratégias interdisciplinares que articulem ciência, políticas públicas e regulação sanitária de forma integrada (MCEWEN; COLLIGNON, 2018).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar criticamente a regulação do uso de antimicrobianos na medicina veterinária no Brasil e suas implicações para a vigilância sanitária, saúde ambiental, saúde animal e saúde humana.

A relevância da presente pesquisa fundamenta-se na crescente preocupação global com a resistência antimicrobiana e nos impactos sanitários, ambientais e econômicos decorrentes do uso inadequado desses fármacos. Além disso, a ampliação do debate internacional sobre segurança

alimentar, vigilância sanitária e Saúde Única evidencia a necessidade de fortalecimento das políticas públicas e dos mecanismos regulatórios relacionados ao uso de antimicrobianos na medicina veterinária.

Nesse contexto, surge a problemática acerca de como o uso inadequado de antimicrobianos na medicina veterinária influencia a disseminação da resistência bacteriana nas diferentes interfaces da Saúde Única, bem como de quais fragilidades regulatórias e institucionais dificultam sua contenção no Brasil.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, realizada por meio de revisão bibliográfica e documental. O levantamento teórico foi conduzido a partir da consulta a artigos científicos nacionais e internacionais, documentos institucionais e normativas sanitárias relacionadas ao tema. Foram utilizadas bases de dados científicas, como SciELO, PubMed e Science Direct, bem como documentos oficiais de órgãos reguladores nacionais e internacionais. Para a busca e seleção do material, empregaram-se os descritores “resistência antimicrobiana”, “RAM”, “antimicrobianos na medicina veterinária”, “*One Health*”, “Saúde Única”, “vigilância sanitária”, “regulação sanitária” e “resistência bacteriana” em português e inglês. Como critério temporal, foram priorizadas publicações compreendidas entre os anos de 2017 a 2026, considerando sua pertinência temática, atualidade científica e relevância para a análise crítica da interface entre medicina veterinária, Direito, saúde pública e regulação sanitária do Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 CONCEITOS E BASES MICROBIOLÓGICAS DA RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA

A resistência antimicrobiana caracteriza-se pela capacidade desenvolvida por microrganismos de sobreviver e multiplicar-se mesmo diante da exposição a agentes antimicrobianos anteriormente eficazes no seu controle. Na prática, a RAM traduz-se na perda progressiva da eficácia de tratamentos anteriormente considerados resolutivos, como observado no aumento de casos de tuberculose resistente à rifampicina, evidenciando as implicações clínicas e epidemiológicas desse processo (MURRAY *et al.*, 2022).

Do ponto de vista microbiológico, a resistência pode ser classificada em natural (intrínseca) ou adquirida. A resistência intrínseca corresponde à capacidade inerente de determinadas espécies bacterianas de resistirem a classes específicas de antimicrobianos em razão de características estruturais ou fisiológicas próprias. Já a resistência adquirida decorre de modificações genéticas

desenvolvidas ao longo do tempo, seja por mutações espontâneas, seja pela aquisição de material genético externo contendo determinantes de resistência (HARRIS *et al.*, 2023).

Entre os principais mecanismos envolvidos nesse processo destacam-se alterações no sítio-alvo do antimicrobiano, produção de enzimas inativadoras, redução da permeabilidade celular e ativação de sistemas de efluxo capazes de expulsar o fármaco do interior bacteriano. Além disso, a transferência horizontal de genes, especialmente por conjugação, transformação e transdução, constitui importante via de disseminação da resistência entre diferentes populações no contexto bacteriano (VON WINTERSDORFF *et al.*, 2016).

A pressão seletiva exercida pelo uso frequente ou inadequado de antimicrobianos favorece a sobrevivência e multiplicação de cepas resistentes, promovendo sua disseminação progressiva em ambientes clínicos, produtivos e ambientais. Esse processo é particularmente relevante no contexto veterinário, quando a utilização desses medicamentos em diferentes espécies animais pode ampliar as oportunidades de seleção e circulação de microrganismos resistentes (CANESCHI *et al.*, 2023).

2.2 USO DE ANTIMICROBIANOS NA MEDICINA VETERINÁRIA

Na clínica de pequenos animais, a utilização racional de antimicrobianos constitui medida essencial para a contenção da resistência bacteriana e para a preservação da saúde e do bem-estar dos pacientes. A prescrição empírica observada na rotina veterinária pode contribuir para o desenvolvimento da resistência microbiana. Nesse sentido, a necessidade de receita diante da legislação visa assegurar a eficácia terapêutica futura, possibilitando que tratamentos antimicrobianos permaneçam efetivos quando realmente necessários.

Um exemplo clássico de uso excessivo ocorre na antibioticoterapia profilática em procedimentos cirúrgicos eletivos classificados como limpos, como ovarioossalpingo-histerectomia (OSH), orquiectomias e excisões superficiais realizadas sob condições assépticas e com adequado acompanhamento pós-operatório, a antibioticoterapia profilática ou sua manutenção no período pós-cirúrgico frequentemente não se mostra necessária. Nessas situações, a correta antisepsia, a técnica cirúrgica adequada, a redução do tempo operatório e a supervisão clínica do paciente são suficientes para minimizar o risco de infecção do sítio cirúrgico (FREY *et al.*, 2022).

Nos sistemas de produção animal, especialmente na bovinocultura, suinocultura e avicultura, a utilização de antimicrobianos ocorre com diferentes finalidades. A aplicação terapêutica refere-se ao tratamento de animais clinicamente enfermos, com o objetivo de eliminar ou controlar infecções já estabelecidas. A administração profilática consiste na aplicação preventiva em animais sadios expostos a situações de risco sanitário, visando evitar a ocorrência de enfermidades. Já a abordagem

metafilática caracteriza-se pela administração do fármaco a grupos de animais quando parte do lote apresenta sinais clínicos, buscando simultaneamente tratar os indivíduos acometidos e prevenir a disseminação da infecção entre os demais (ISLAM *et al.*, 2024).

Determinadas classes antimicrobianas também foram utilizadas como promotores de crescimento, com o objetivo de otimizar o desempenho zootécnico e melhorar a conversão alimentar. Embora restrições regulatórias tenham sido progressivamente implementadas em diversos países, esse uso contribuiu significativamente para o debate internacional acerca da seleção de bactérias resistentes associadas aos sistemas produtivos intensivos (BROWN *et al.*, 2017).

Apesar de sua relevância sanitária e produtiva, o uso desses medicamentos requer rigor técnico e monitoramento constante, uma vez que práticas inadequadas de prescrição ou administração podem intensificar a pressão seletiva sobre populações bacterianas, favorecendo o desenvolvimento e a disseminação da resistência antimicrobiana em diferentes contextos veterinários (HOSAIN *et al.*, 2021).

2.3 FATORES ASSOCIADOS AO USO INADEQUADO DE ANTIMICROBIANOS NA MEDICINA VETERINÁRIA

A compreensão das práticas de prescrição de antimicrobianos (PAM) e seu uso prudente em animais é fundamental para o enfrentamento da RAM. Sabe-se que o uso inadequado de antimicrobianos na medicina veterinária está diretamente relacionado a falhas no diagnóstico, escolha incorreta do fármaco e desrespeito à duração do tratamento, além de condições inadequadas de manejo e à automedicação por parte de tutores e produtores. Nesse contexto, observa-se que muitos atendimentos resultam na prescrição de antibióticos sem confirmação laboratorial, inclusive em enfermidades de origem viral, tóxica, nutricional ou parasitária, nas quais não há benefício terapêutico (TUFA *et al.*, 2024).

Em sistemas de produção, é frequente o uso profilático ou metafilático de antibióticos em rebanhos inteiros, muitas vezes administrados via água ou ração, expondo os animais a baixas doses por períodos prolongados (PALMA *et al.*, 2020). Além disso, esses fármacos são utilizados, por vezes, como forma de compensar falhas em higiene, biossegurança e manejo (SOUSA *et al.*, 2025).

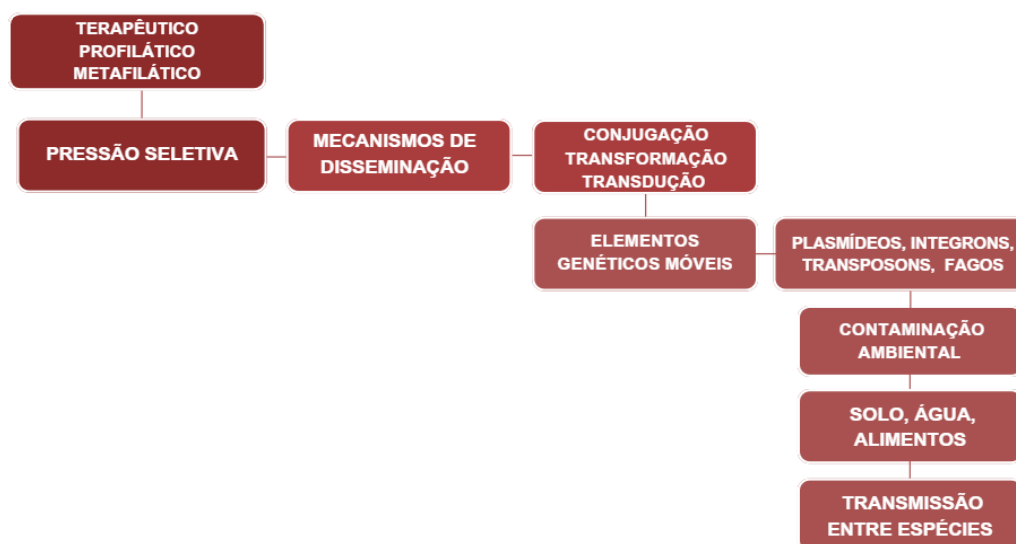
O uso recorrente de antibióticos de amplo espectro, doses inadequadas (acima ou abaixo do recomendado) e tratamentos prolongados sem embasamento técnico também contribuem significativamente para esse cenário. Soma-se a isso o fato de muitos profissionais basearem suas condutas predominantemente na experiência clínica, com baixa adesão a testes de sensibilidade e frequentemente limitados por custo.

Nesse contexto, a cultura microbiológica associada ao teste de sensibilidade antimicrobiana (antibiograma) constitui importante ferramenta para o uso racional de antimicrobianos na medicina veterinária. A cultura permite a identificação do agente etiológico envolvido na infecção, enquanto o antibiograma possibilita avaliar a susceptibilidade do microrganismo frente a diferentes classes de antimicrobianos, direcionando a escolha terapêutica de forma mais específica e reduzindo o uso empírico de fármacos de amplo espectro. Apesar de sua relevância clínica, a utilização desses exames ainda enfrenta limitações na rotina veterinária, incluindo custos adicionais, necessidade de infraestrutura laboratorial, tempo para obtenção dos resultados e dificuldade de acesso em determinadas regiões.

Paralelamente, a automedicação é uma prática comum, com aquisição de antibióticos sem prescrição e uso prévio de avaliação veterinária (SCARBOROUGH *et al.*, 2024).

De maneira semelhante, o uso indiscriminado de vermífugos e outros antiparasitários ocorre com frequência, pois esses fármacos muitas vezes são administrados de forma preventiva. O fácil acesso muitas vezes viabiliza a comercialização sem necessidade de prescrição, contribui para a automedicação e para o uso incorreto, como subdosagens, intervalos inadequados entre tratamentos e escolha de princípios ativos ineficazes para determinadas espécies parasitárias. Em sistemas de produção, é comum a vermifugação estratégica mal planejada ou até mesmo excessiva, enquanto em animais de companhia observa-se a repetição de protocolos padronizados sem individualização do paciente. Essas práticas intensificam a pressão de seleção sobre os parasitas, levando à redução da eficácia dos fármacos disponíveis e ao aumento de falhas terapêuticas (RIZZO *et al.*, 2023).

Imagem 1: Fluxograma simplificado representando a disseminação da resistência antimicrobiana sob a perspectiva Saúde Única, demonstrando a relação entre uso de antimicrobianos, mecanismos de transferência horizontal de genes, elementos genéticos móveis, contaminação ambiental e transmissão entre espécies.



Fonte: elaboração própria, 2026.

2.4 O MEIO AMBIENTE, A RAM, E A SAÚDE COLETIVA

A RAM constitui uma emergência de saúde global que transcende a interface entre humanos e animais, envolvendo de forma direta e dinâmica o meio ambiente dentro da abordagem de *One Health*.

No contexto do ambiente, a RAM ambiental evidencia que água, solo, ar e sistemas produtivos atuam não apenas como receptores passivos de contaminantes, mas como verdadeiros reservatórios e vias de disseminação de bactérias resistentes e genes de resistência (ARGs), com impacto direto na saúde coletiva (SASSI *et al.*, 2025).

Os compartimentos ambientais desempenham papel central nesse processo. Corpos d'água, solos agrícolas e até o ar podem abrigar microrganismos resistentes e facilitar sua dispersão entre ecossistemas e populações. Efluentes hospitalares, esgoto urbano, estações de tratamento de esgoto, resíduos da indústria farmacêutica, dejetos de animais de produção e o escoamento agrícola são reconhecidos como importantes fontes de contaminação, promovendo a exposição humana e animal por meio da água, alimentos, inalação ou contato direto. Além disso, biofilmes e microbiomas ambientais favorecem a transferência horizontal de genes, permitindo que determinantes de resistência sejam compartilhados entre bactérias ambientais e patógenos de relevância clínica (DESPOTOVIC *et al.*, 2023).

Dessa forma, a RAM ambiental amplia a complexidade do problema, ao demonstrar que a resistência pode emergir e persistir independentemente do uso clínico direto de antimicrobianos. Apesar dessas evidências, muitos planos nacionais de enfrentamento da RAM ainda priorizam os setores humano e animal, subestimando o papel do meio ambiente.

2.5 PADRÕES DE PRESCRIÇÃO ANTIMICROBIANA NA MEDICINA VETERINÁRIA E IMPACTOS NA RAM

A análise do perfil de prescrições antimicrobianas na medicina veterinária evidencia tendências relevantes para a compreensão da resistência bacteriana na clínica de animais de companhia. Dados retrospectivos obtidos entre 2017 e 2021 demonstraram predominância de prescrições envolvendo penicilinas (35,67%) e cefalosporinas (22,08%), com destaque para formulações à base de amoxicilina e amoxicilina associada ao clavulanato, amplamente empregadas na rotina clínica. A elevada frequência dessas classes sugere forte dependência de antimicrobianos de amplo espectro, o que reforça a necessidade de condutas terapêuticas baseadas em critérios clínicos rigorosos, exames complementares e avaliação microbiológica sempre que possível (RACHED *et al.*, 2025).

Tabela 1 - Penicilinas representam a classe antimicrobiana mais frequentemente prescrita, seguidas pelas cefalosporinas e nitroimidazóis.

Classe antimicrobiana	Percentual (%)
Penicilinas	35,67
Cefalosporinas	22,08
Nitroimidazóis	12,28
Macrolídeos	9,54
Sulfonamidas	7,20
Quinolonas	6,41
Tetraciclinas	5,86

Fonte: Adaptado de Rached *et al.*, 2025.

A predominância das penicilinas entre os antimicrobianos mais prescritos na medicina veterinária merece atenção especial, considerando sua ampla relevância terapêutica também na medicina humana. Trata-se de uma classe de antibióticos de amplo espectro, amplamente empregada no tratamento de infecções como sífilis, faringoamigdalite, pneumonias e infecções cutâneas. Contudo, diante da crescente emergência de mecanismos de resistência bacteriana, sua administração deve ser criteriosamente direcionada a microrganismos comprovadamente suscetíveis, de modo a preservar sua eficácia terapêutica (YIP, GERRIETS, 2024).

Da mesma forma, a elevada prescrição de cefalosporinas na medicina veterinária demanda atenção em razão da relevância terapêutica dessa classe na medicina humana. Amplamente empregadas no tratamento de infecções. As cefalosporinas de primeira e segunda geração também são consideradas seguras durante a gestação e a amamentação, sendo indicadas, sob avaliação médica,

para o tratamento de infecções como cistites e doença de Lyme. Diante dessa importância clínica, sua administração na medicina veterinária deve ocorrer de forma racional, uma vez que o uso indiscriminado pode favorecer a resistência bacteriana e comprometer a eficácia futura de uma classe antimicrobiana essencial (BUI *et al.*, 2024).

O predomínio dessas classes sugere preferência por antimicrobianos de amplo espectro, frequentemente empregados de forma empírica em situações clínicas nas quais exames microbiológicos complementares poderiam direcionar terapias mais específicas. Embora essa prática seja muitas vezes motivada pela necessidade de resposta terapêutica imediata, sua repetição indiscriminada pode intensificar mecanismos de adaptação bacteriana.

Na clínica de animais de companhia, esse panorama assume especial relevância diante da crescente intensificação da assistência veterinária e da ampliação do vínculo entre tutores e pacientes. A maior demanda por intervenções terapêuticas rápidas pode favorecer prescrições preventivas ou excessivamente abrangentes, especialmente em contextos de difícil acompanhamento diagnóstico. Entretanto, a racionalização terapêutica mostra-se essencial para assegurar não apenas a resolução clínica imediata, mas também a manutenção da efetividade antimicrobiana em tratamentos futuros.

Nos animais de produção, essa problemática assume proporções ainda mais significativas devido à dimensão coletiva das intervenções terapêuticas e ao impacto direto sobre a cadeia alimentar. Diferentemente da clínica de pequenos animais, na qual as prescrições costumam ser individualizadas, na produção animal a administração antimicrobiana frequentemente ocorre em nível populacional, alcançando lotes inteiros para fins terapêuticos, profiláticos ou metafiláticos. Esse cenário potencializa a pressão seletiva sobre microrganismos e amplia o risco de disseminação de cepas resistentes entre animais, ambiente e seres humanos, tornando a racionalização terapêutica nesse contexto medida estratégica para a saúde pública e para a preservação da eficácia antimicrobiana sob a perspectiva *One Health*.

Tabela 2 - Principais impactos associados à prescrição antimicrobiana inadequada.

Conduta inadequada	Consequência potencial
Prescrição sem cultura ou antibiograma	Terapia pouco direcionada
Utilização de amplo espectro sem indicação específica	Aumento da pressão seletiva
Tempo terapêutico prolongado	Seleção de cepas resistentes
Profilaxia desnecessária	Exposição evitável ao fármaco
Repetição frequente da mesma classe	Redução da eficácia futura

Fonte: Elaboração própria, a partir da interpretação dos princípios descritos por Frey *et al*, 2022.

Estratégias que envolvam a seleção criteriosa de antimicrobianos como a definição adequada da dose, respeito à duração terapêutica, valorização de exames complementares para direcionamento

clínico se mostram indispensáveis para a preservação da eficácia desses fármacos. Paralelamente, o crescimento do mercado pet e a intensificação da assistência clínica especializada ampliam a importância dessa discussão.

Tabela 3 - Relação entre expansão da clínica de animais de companhia e desafios terapêuticos.

Indicador apresentado pelo COMAC/Sindan	Implicação para a prática antimicrobiana
Crescimento contínuo do setor pet brasileiro	Ampliação da demanda por atendimentos clínicos
Expansão da medicalização de animais de companhia	Maior frequência de intervenções farmacológicas
Aumento do investimento em saúde animal	Intensificação da terapêutica especializada
Maior valorização do vínculo tutor-animal	Pressão por respostas terapêuticas imediatas
Consolidação da medicina veterinária como serviço de alta complexidade	Necessidade crescente de protocolos baseados em evidências

Fonte: Adaptado de COMAC/Sindan – Anuário 2022.

Os dados apresentados pelo relatório da Comissão de Animais de Companhia demonstram a consolidação do mercado pet brasileiro como um dos segmentos mais dinâmicos da saúde animal. Segundo o anuário, o setor globalmente movimentou 139,2 bilhões de dólares em 2022, sendo o Brasil responsável por 60,2 bilhões em reais, representando 4,5% na participação global, se consolidando em sexto lugar entre os 10 principais mercados de pet do mundo (SINDAN, 2022).

Além disso, o relatório evidencia o fortalecimento da assistência clínica especializada, impulsionado pelo aumento da população pet, pela humanização dos animais de companhia e pela crescente busca dos tutores por cuidados preventivos, diagnósticos e terapêuticos mais sofisticados. Esse cenário reflete não apenas maior acesso aos serviços veterinários, mas também uma transformação na relação entre tutores e animais, marcada pela intensificação do cuidado clínico e pela valorização da saúde e do bem-estar animal. Embora tal avanço represente importante evolução na medicina veterinária, ele também amplia a responsabilidade clínica quanto à prescrição racional de antimicrobianos, uma vez que o aumento da demanda assistencial pode favorecer condutas empíricas ou excessivamente preventivas quando não respaldadas por protocolos baseados em evidências.

2.6 MECANISMOS DE DISSEMINAÇÃO

A disseminação da resistência antimicrobiana não ocorre de forma restrita a uma única espécie ou ambiente, constituindo um processo dinâmico que envolve interações contínuas entre seres humanos, animais e ecossistemas. Sob a perspectiva da Saúde Única (*One Health*), a transmissão

transespécies de bactérias resistentes e genes de resistência representa um dos principais desafios para o controle da RAM, uma vez que possibilita a circulação de determinantes genéticos entre diferentes hospedeiros e compartimentos ambientais.

Para que essa disseminação ocorra de forma tão ampla, os microrganismos utilizam mecanismos moleculares de Transferência Horizontal de Genes (THG), que permitem a troca de material genético mesmo entre gêneros e famílias bacterianas distintas. O mecanismo de maior impacto clínico e epidemiológico nesse contexto é a conjugação, pois ela permite a transferência direta de material genético entre bactérias por contato célula-célula. Nesse processo, uma bactéria doadora estabelece uma ligação física com uma bactéria receptora por meio de pili especializados ou adesinas, formando uma ponte pela qual ocorre a transferência de DNA, geralmente na forma de plasmídeos conjugativos. Esses plasmídeos frequentemente carregam genes de resistência, permitindo que bactérias previamente sensíveis adquiram rapidamente mecanismos adaptativos (VIROLLE *et al.*, 2020).

Um exemplo clássico ocorre quando bactérias sensíveis recebem plasmídeos contendo genes de resistência a antibióticos como penicilinas, cefalosporinas ou carbapenêmicos. Após a transferência, essas bactérias passam a sobreviver mesmo na presença do antimicrobiano, favorecendo sua seleção e expansão nos ambientes hospitalar, veterinário e ambiental (BARBA; TOP; STALDER, 2023).

A transformação natural consiste na capacidade de algumas bactérias captarem fragmentos de DNA livres presentes no ambiente, geralmente provenientes da lise de outras células bacterianas, incorporando esse material genético ao genoma bacteriano ou mantendo-o associado a elementos genéticos móveis. Esse processo possibilita a aquisição de características adaptativas sem necessidade de contato direto entre bactérias. Quando o DNA captado contém genes de resistência, a bactéria receptora pode desenvolver mecanismos que favoreçam sua sobrevivência em ambientes submetidos à pressão seletiva causada pelo uso de antibióticos (CARVALHO *et al.*, 2020).

Além da transformação natural, a transferência de genes pode ocorrer por meio da transdução, mecanismo mediado por bacteriófagos, vírus capazes de infectar bactérias. Durante o processo de replicação viral, fragmentos do DNA bacteriano podem ser incorporados às partículas virais e posteriormente transferidos para outras células hospedeiras. Além de atuarem como vetores de transferência genética, os bacteriófagos podem funcionar como reservatórios de genes relacionados à resistência, favorecendo sua disseminação entre diferentes populações bacterianas (SAAK; DINH; DUTTON, 2020).

Dando suporte aos mecanismos anteriormente descritos, os Elementos Genéticos Móveis (EGMs) desempenham papel essencial na mobilização e disseminação dos genes de resistência. Os

EGMs correspondem a estruturas genéticas capazes de se deslocar dentro do genoma ou entre diferentes organismos, incluindo plasmídeos, transposons, integrons, bacteriófagos e elementos integrativos conjugativos. Esses elementos atuam como veículos de transporte de genes de resistência, permitindo seu armazenamento, reorganização e disseminação entre bactérias de diferentes espécies. Consequentemente, os EGMs são considerados importantes direcionadores da evolução microbiana e da resistência bacteriana em contextos clínicos, veterinários e ambientais (HOSSAIN *et al.*, 2026).

2.7 FUNDAMENTOS CONSTITUCIONAIS DA SAÚDE ÚNICA E DO DIREITO SANITÁRIO BRASILEIRO

A abordagem de Saúde Única (*One Health*), embora originada no campo das ciências médicas e ecológicas, encontra plena ressonância no ordenamento jurídico-constitucional brasileiro. O direito à saúde, elevado à categoria de direito social fundamental pelo artigo 196 da Constituição Federal de 1988, é definido como um "direito de todos e dever do Estado", a ser garantido por meio de políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doenças e de outros agravos (Brasil, 1988). De forma complementar, o artigo 225 do texto constitucional assegura a todos o direito ao "meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida" (BRASIL, 1988), impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A integração desses dois dispositivos constitucionais consagra o pilar ecocêntrico⁵ da Carta Magna. O parágrafo 1º, inciso VII, do artigo 225 veda expressamente práticas que coloquem em risco a função ecológica da fauna e da flora, ou que submetam os animais a tratamento cruel (Brasil, 1988), estabelecendo limites ético-jurídicos claros à exploração zootécnica e à intervenção biomédica. Sob a ótica do Direito Sanitário, a saúde humana não pode ser tutelada de forma isolada ou dissociada da preservação da integridade ambiental e da saúde animal (DE OLIVEIRA ABUD; GORISCH; PEREIRA DE SOUZA, 2025).

Diante desse cenário, a Resistência Antimicrobiana (RAM) deixa de ser um fenômeno puramente biológico para se consolidar como um desafio de governança constitucional. A eficácia dos artigos 196 e 225 da CF/88 exige do Poder Público uma atuação administrativa integrada e transversal. Não há como cumprir o mandamento constitucional de proteção à vida e ao meio ambiente por meio de ações isoladas; a tutela do Direito Sanitário contra a RAM impõe a articulação

⁵ O ecocentrismo reconhece o valor intrínseco de todas as formas de vida, humana e não humana, estendendo essa relevância a espécies, ecossistemas e elementos não vivos. Sob essa perspectiva, a natureza e seus processos evolutivos possuem um valor próprio e independente, que não anula a valoração humana, mas soma-se a ela (Gudynas, 2019, p. 49).

coordenada entre os órgãos de vigilância sanitária (ANVISA), agropecuária (MAPA) e ambiental (IBAMA/SISNAMA), concretizando a indissociabilidade preconizada pela Saúde Única.

2.8 A ASSIMETRIA REGULATÓRIA E O MERCADO DE BALCÃO: HUMANOS VS. ANIMAIS

A tradução jurídica do mandamento preventivo do artigo 196 da CF/88 reflete-se na rigidez do controle de antimicrobianos no setor humano. No ecossistema de farmácias comerciais brasileiras, a exigência de receita e o registro compulsório no Sistema Nacional de Gerenciamento de Produtos Controlados (SNGPC) da Anvisa demonstram um modelo de monitoramento formalmente consolidado (BARBOSA *et al.*, 2025; RACHED *et al.*, 2025). A magnitude desse mercado é evidenciada pelo fato de que, entre 2014 e 2021, os antimicrobianos responderam por 66,8% de todas as vendas de controle especial no país, lideradas por fármacos como amoxicilina, azitromicina, ciprofloxacino e cefalexina (BARBOSA *et al.*, 2025).

Contudo, a perspectiva de Saúde Única revela uma profunda assimetria regulatória quando esse rigor é comparado ao cenário veterinário nacional. Embora exista a exigência formal de prescrição para medicamentos animais, a fiscalização prática na ponta, principalmente no mercado de animais de companhia (pets), é historicamente frágil e incipiente (RACHED *et al.*, 2025).

Essa disparidade fiscalizatória cria zonas cinzentas e brechas que comprometem a segurança sanitária coletiva. Ocorre o fenômeno do uso veterinário de fármacos por vias da cadeia humana: entre 2014 e 2021, registraram-se quase 790 mil prescrições veterinárias voltadas à aquisição de antibióticos de uso humano em farmácias comerciais, com destaque para penicilinas, cefalosporinas e um crescimento acentuado de macrolídeos (azitromicina) para pets (RACHED *et al.*, 2025).

Essa porosidade regulatória atingiu o ápice durante a crise sanitária recente. No período da pandemia, as prescrições veterinárias de azitromicina saltaram 12,64% ao mês, um indicativo contundente de que a receita veterinária foi utilizada de forma transversa como um atalho para o acesso humano ao fármaco, burlando o controle do SNGPC (FIOL *et al.*, 2022). Esse desvio empírico expõe o colapso da barreira sanitária pela falta de integração biológica e burocrática entre os setores.

2.9 O "PONTO CEGO" INSTITUCIONAL: A FRAGMENTAÇÃO ANVISA-MAPA E O DÉFICIT DE MONITORAMENTO

Sob a ótica do Direito Administrativo Sanitário, a governança da RAM no Brasil esbarra na pulverização de competências. A arquitetura institucional divide a tutela da sanidade animal entre a Anvisa, responsável por estabelecer a Ingestão Diária Aceitável (IDA) e o Limite Máximo de

Resíduos (LMR) de medicamentos em alimentos de origem humana, e o MAPA, encarregado do registro e da fiscalização direta dos produtos de uso veterinário (RABELLO *et al.*, 2020; RACHED *et al.*, 2025).

Essa sobreposição setorial fragmenta as políticas públicas e enfraquece o controle do uso de antimicrobianos em animais de produção (RABELLO *et al.*, 2020). O grande ponto cego dessa engrenagem é a ausência de um sistema nacional unificado de monitoramento do consumo de antibióticos no setor animal (LOPES *et al.*, 2026). Ao contrário do SNGPC humano, o Brasil não dispõe de uma plataforma transparente que centralize e publique os dados de vendas e prescrições veterinárias por métricas setoriais, impossibilitando mensurar com precisão científica os padrões de uso e desenhar políticas eficientes de *stewardship* (gestão responsável) no campo (LOPES *et al.*, 2026; RABELLO *et al.*, 2020).

Essa fragilidade de implementação não é uma exclusividade brasileira, mas uma característica compartilhada por diversas nações do sul global, onde as avaliações apontam que, apesar da existência de planos de ação nacionais formais, a vertente animal e ambiental da vigilância é drasticamente mais fraca do que a humana (CHEN *et al.*, 2026). Essa desconexão setorial gera assimetrias dentro de um mesmo território, no qual médicos atuam sob rígidos protocolos locais de uso prudente enquanto a medicina veterinária carece de diretrizes nacionais coordenadas (CHAN *et al.*, 2024).

2.10 O PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DA RESISTÊNCIA AOS ANTIMICROBIANOS (PAN-BR)

No Brasil, as estratégias de enfrentamento da resistência antimicrobiana foram consolidadas por meio do Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no âmbito da Saúde Única (PAN-BR). O documento, elaborado de forma interministerial, estabelece diretrizes para vigilância, prevenção, controle e uso racional de antimicrobianos nos setores humano, animal e ambiental (BRASIL, 2026c).

O PAN-BR adota oficialmente a abordagem One Health como eixo estruturante das políticas públicas relacionadas à RAM, reconhecendo a interdependência entre saúde humana, saúde animal e equilíbrio ambiental. Entre seus principais objetivos destacam-se o fortalecimento da vigilância laboratorial, a promoção da educação em saúde, a ampliação da pesquisa científica e o incentivo ao uso prudente de antimicrobianos na medicina humana e veterinária (BRASIL, 2026c).

Além disso, o plano prevê ações voltadas à capacitação profissional, monitoramento do consumo de antimicrobianos e fortalecimento da cooperação entre instituições públicas e privadas (Brasil, 2026c). Entretanto, desafios relacionados à integração intersetorial, fiscalização sanitária e

implementação efetiva das políticas ainda representam obstáculos relevantes para a consolidação das estratégias nacionais de enfrentamento da RAM.

2.11 IMPACTOS NO COMÉRCIO NACIONAL

A crescente preocupação internacional com a resistência antimicrobiana também tem influenciado diretamente políticas sanitárias e relações comerciais envolvendo produtos de origem animal. Em 2026, o Ministério da Agricultura e Pecuária publicou importantes medidas regulatórias voltadas à contenção da RAM na produção animal brasileira. A Portaria SDA/MAPA nº 1.600/2026 proibiu o registro, a importação e o emprego de antimicrobianos considerados criticamente importantes para a medicina humana em animais destinados à alimentação, alinhando-se às classificações da Organização Mundial da Saúde (OMS) (BRASIL, 2026a). Paralelamente, a Portaria SDA/MAPA nº 1.617/2026 proibiu a utilização de determinados antimicrobianos como aditivos melhoradores de desempenho, além de cancelar registros de produtos associados a essa finalidade (BRASIL, 2026b).

Apesar do avanço normativo, a operacionalização das medidas ocorreu de maneira progressiva, incluindo a manutenção temporária de estoques previamente autorizados. Essa flexibilização regulatória evidencia limitações práticas na implementação imediata das políticas de contenção da RAM, revelando tensões entre a proteção da saúde coletiva e os interesses econômicos associados à produção animal em larga escala.

Nesse contexto, a União Europeia anunciou o endurecimento das exigências para importação de produtos de origem animal provenientes do Brasil, associando a medida à preocupação com o uso de antimicrobianos na produção pecuária e aos riscos relacionados à resistência bacteriana (SALATI; SOUZA, 2026). A decisão evidencia como a RAM deixou de representar apenas um desafio clínico ou veterinário, passando a impactar diretamente relações comerciais internacionais, segurança alimentar, competitividade econômica e credibilidade sanitária dos países exportadores.

2.12 DIREITO COMPARADO: O PARADIGMA INTERNACIONAL DE GOVERNANÇA EM SAÚDE ÚNICA

Para além do diagnóstico das falhas locais, a consolidação do princípio do meio ambiente ecologicamente equilibrado (Art. 225, CF/88) exige a análise de modelos internacionais de sucesso. Países como os Países Baixos, o Reino Unido e a Dinamarca estabelecem o padrão ouro de governança integrada em Saúde Única, estruturado sobre três pilares indissociáveis (LOPES *et al.*,

2026). O primeiro desses eixos diz respeito à instituição de sistemas de monitoramento obrigatórios e transparentes, capazes de promover um rastreamento unificado e em tempo real das vendas e do consumo de fármacos no setor animal (LOPES *et al.*, 2026; MHONE; MULOI; MOODLEY, 2025). Em paralelo, esses modelos estruturam-se sobre a imposição de restrições severas a classes críticas de medicamentos, o que se traduz no banimento ou na limitação extrema do emprego de antimicrobianos de importância estratégica para a medicina humana no ambiente agropecuário (MHONE; MULOI; MOODLEY, 2025; SCHMEROLD; VAN GEIJLSWIJK; GEHRING, 2023). Por fim, consolida-se a figura do médico veterinário como *gatekeeper*⁶ do sistema, centralizando a responsabilidade jurídica e ética na atuação desse profissional e proibindo, por conseguinte, práticas comerciais ou de manejo que venham a desvirtuar a finalidade estritamente terapêutica das prescrições (PATEL *et al.*, 2020; SCHMEROLD; VAN GEIJLSWIJK; GEHRING, 2023).

A União Europeia, por meio de regulamentações robustas, como o Regulamento (EU) 2019/6 (2018), consolidou essas restrições severas ao uso de antibióticos na medicina veterinária, visando blindar a eficácia dos fármacos humanos (SCHMEROLD; VAN GEIJLSWIJK; GEHRING, 2023). Esse choque regulatório internacional ataca o cerne da diferença epidemiológica do uso de fármacos, pois, enquanto na medicina humana a abordagem é marcadamente terapêutica e individual, a veterinária de produção historicamente utilizou a medicação em massa, de forma profilática e metafilática (COLLIGNON; MCEWEN, 2019; MCEWEN; COLLIGNON, 2018; PATEL *et al.*, 2020). Portanto, a experiência comparada demonstra que marcos legais claros, coordenação intersetorial e restrições sem concessões econômicas na pecuária são caminhos viáveis para garantir a eficácia do Direito Sanitário diante do cenário global de resistência antimicrobiana (MHONE; MULOI; MOODLEY, 2025).

Contudo, a construção desses marcos normativos e a própria eficácia das barreiras sanitárias não se esgotam na dimensão estritamente impositiva da lei. O enfrentamento complexo da RAM também depende umbilicalmente da disseminação de informação e da mobilização social em escala global, uma vez que a adesão técnica às normas exige uma mudança cultural profunda dos atores

⁶ O termo *gatekeeper* (guardião ou controlador de acesso) é uma categoria analítica transposta da economia da saúde e da medicina humana para o Direito Sanitário Veterinário. A expressão é utilizada para designar o agente que atua como o filtro obrigatório e a barreira técnica indispensável entre o fármaco restrito e o ecossistema de produção. No cenário de Saúde Única, a utilização do termo justifica-se para descrever a centralização da responsabilidade jurídica e ética no médico veterinário, cuja intervenção obrigatória elimina a autonomia do produtor na escolha terapêutica e mitiga o uso indiscriminado ou profilático de antimicrobianos (Patel *et al.*, 2020). Essa atribuição de garante regulatório fundamenta a governança europeia contemporânea, na qual o monitoramento rigoroso da prescrição profissional funciona como o principal instrumento de biovigilância contra a dispersão da resistência bacteriana (Schmerold *et al.*, 2023).

envolvidos. Nesse contexto, a Semana Mundial de Conscientização sobre a Resistência Antimicrobiana (*World AMR Awareness Week – WAAW*, 2021), promovida anualmente entre os dias 18 e 24 de novembro pela ação conjunta da Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH), representa um indispensável instrumento de educação em saúde sob a perspectiva *One Health*.

Essa campanha global busca conscientizar transversalmente profissionais da saúde, formuladores de políticas públicas, produtores rurais e a população geral sobre os riscos bioéticos e sanitários associados ao uso inadequado de antimicrobianos. O tema adotado em 2021, “Disseminar a conscientização, acabar com a resistência”, já destacava a necessidade urgente de uma participação coletiva na prevenção da RAM, enfatizando de forma categórica que a preservação da eficácia terapêutica dos fármacos depende de práticas responsáveis e coordenadas nos setores humano, animal e ambiental. Assim, para além de meras campanhas educativas temporárias, a WAAW funciona como um catalisador para o fortalecimento de políticas públicas perenes, para o aprimoramento da vigilância epidemiológica e para a ampliação da cooperação internacional, reforçando a compreensão da RAM como um macroproblema sanitário global que exige uma atuação interdisciplinar, coercitiva e contínua.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resistência antimicrobiana configura-se como um dos principais desafios contemporâneos à saúde pública, exigindo uma compreensão integrada das relações entre saúde humana, saúde animal e meio ambiente. O presente estudo demonstrou que o uso inadequado de antimicrobianos na medicina veterinária contribui significativamente para a seleção e disseminação de microrganismos resistentes, fenômeno potencializado pela circulação de genes de resistência entre diferentes espécies e compartimentos ambientais.

Além dos aspectos microbiológicos e sanitários, verificou-se que o enfrentamento da RAM depende do fortalecimento dos mecanismos regulatórios e de vigilância. Embora o Brasil possua avanços normativos relevantes, persistem desafios relacionados à fragmentação institucional entre órgãos reguladores, à fiscalização e à ausência de sistemas integrados de monitoramento do uso de antimicrobianos no setor veterinário.

Conclui-se que a abordagem Saúde Única constitui o caminho mais adequado para a contenção da resistência antimicrobiana, exigindo políticas públicas integradas, uso racional de antimicrobianos, fortalecimento da vigilância sanitária e cooperação entre os setores humano, animal

e ambiental. Somente por meio dessa atuação coordenada será possível preservar a eficácia terapêutica desses medicamentos e minimizar os impactos sanitários, ambientais e econômicos associados à resistência bacteriana.

REFERÊNCIAS

ABUD, C. de O.; GORISCH, P.; SOUZA, L. P. de. Saúde Única: pilar integrativo dos direitos humanos à saúde e ao meio ambiente. **Ciência ET Praxis**, [S.l.], v. 20, n. 35, p. 230–242, 30 maio 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.36704/cipraxis.v20i35.9266>. Acesso em: 23 maio 2026.

ADEDIPE, O. D.; OKOH, A. I. Antimicrobial resistance in the food chain: a review of the implications for public health. **One Health Outlook**, Amsterdam, v. 6, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949704324000118>. Acesso em: 27 abr. 2026.

ANADÓN, A. EU ban of antibiotics. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, [S.l.], 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2006.00775_2.x. Acesso em: 11 abr. 2026.

BARBA, S.; TOP, E. M.; STALDER, T. Plasmids, a molecular cornerstone of antimicrobial resistance in the One Health era. **Nature Reviews Microbiology**, v. 22, 10 jul. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00926-x>. Acesso em: 02 abr. 2026.

BARBOSA, J. R. *et al.* Antimicrobial sales profile in Brazil from 2014 to 2021: analysis of records from the National System of Controlled Products Management. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [S.l.], v. 28, p. e250040, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720250040>. Acesso em: 23 maio 2026.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 1.600. **Diário Oficial da União**, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/PORTARIASDA_MAPAN1.600DE13DEABRILDE2026PORTARIASDA_MAPAN1.600DE13DEABRILDE2026_antimicrobianosproibidosnaaliemntaodeanimaisdepr.pdf. Acesso em: 14 maio 2026a.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 1.617. **Diário Oficial da União**, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/copy_of_PORTARIASDA_MAPAN1.617DE24DEABRILDE2026PORTARIASDA_MAPAN1.617DE24DEABRILDE2026DOUImprensaNacional.pdf. Acesso em: 15 maio 2026b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de ação nacional AMR**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2026/plano-de-acao-nacional-de-prevencao-e-controle-da-resistencia-aos-antimicrobianos-no-ambito-de-uma-so-saude-2026-2030.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2026c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC nº 20, de 5 de maio de 2011**. Dispõe sobre o controle de medicamentos à base de substâncias classificadas como antimicrobianos. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/rdc0020_05_05_2011.html. Acesso em: 02 abr 2026.

BROWN, K. *et al.* Antimicrobial growth promoter use in livestock: a requirement to understand their modes of action to develop effective alternatives. **International Journal of Antimicrobial Agents**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 12–24, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27717740/>. Acesso em: 20 maio 2026.

BUI, T. *et al.* Cephalosporins. In: **StatPearls**. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2024. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551517/>. Acesso em: 02 abr. 2026.

CANESCHI, A. *et al.* Antibiotic use in veterinary medicine. **Antibiotics**, Basel, v. 12, n. 3, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10044628/>. Acesso em: 17 maio 2026.

CARVALHO, G. *et al.* Bacterial transformation buffers environmental fluctuations through the reversible integration of mobile genetic elements. **mBio**, Washington, v. 11, n. 1, 2020. Disponível em: https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/mbio.02443-19?utm_source. Acesso em: 06 abr. 2026.

CHAN, O. S. K. *et al.* Prescribing antibiotics prudently—A survey of policy implementation drivers among physicians and veterinarians. **One Health**, [S.l.], v. 18, p. 100752, jun. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100752>. Acesso em: 23 maio 2026.

CHEN, W. *et al.* Evaluation of antimicrobial resistance governance across 193 countries to inform the 2026 Global Action Plan update. **Nature Medicine**, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 1362–1373, abr. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-026-04257-1>. Acesso em: 23 maio 2026.

CHEN, Y. *et al.* Global burden of HIV-negative multidrug- and extensively drug-resistant tuberculosis based on Global Burden of Disease Study 2021. **Science in One Health**, v. 3, p. 100072, 4 jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soh.2024.100072>. Acesso 02 abr. 2026.

COLLIGNON, P. J.; MCEWEN, S. A. One Health - Its importance in helping to better control antimicrobial resistance. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 22, 29 jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4010022>. Acesso em: 23 maio 2026.

CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DO MARANHÃO (CRMV-MA). **Resistência antimicrobiana: ameaça global requer ação integrada na Saúde Única**. São Luís, 2024. Disponível em: <https://www.crmvma.org.br/resistencia-antimicrobiana-ameaca-global-requer-acao-integrada-na-saude-unica/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

DESPOTOVIC, M. *et al.* Reservoirs of antimicrobial resistance in the context of One Health. **Current Opinion in Microbiology**, London, v. 75, p. 102350, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369527423000280?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2026.

DUARTE, A. S. R. *et al.* **DANMAP 2023**. [S.l.]: DANMAP, 2024. Disponível em: <https://orbit.dtu.dk>. Acesso em: 12 abr. 2026.

FIOL, F. D. *et al.* Increase in veterinary prescriptions of azithromycin during the COVID-19 pandemic in Brazil. **The Journal of Infection in Developing Countries**, 27 jul. 2023. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-1546848/v1>. Acesso em: 31 maio 2026.

FREY, E. *et al.* 2022 AAFP/AAHA Antimicrobial stewardship guidelines. **Journal of the American Animal Hospital Association**, Lakewood, v. 58, n. 4, p. 1–5, 2022. Disponível em: <https://jaaha.kglmeridian.com/view/journals/aaha/58/4/article-p1.xml>. Acesso em: 18 maio 2026.

GUDYNAS, E. **Direitos da natureza: ética biocêntrica e políticas ambientais**. [S.l.]: Editora Elefante, 30 ago. 2019.

HARRIS, M. *et al.* Genetic factors in antibiotic resistance. **Microorganisms**, Basel, v. 11, n. 6, p. 1407, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/11/6/1407>. Acesso em: 15 maio 2026.

HOELZER, K. *et al.* Antimicrobial drug use in food-producing animals and associated human health risks: what, and how strong, is the evidence? **BMC Veterinary Research**, v. 13, n. 1, 4 jul. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1131-3>. Acesso em: 15 maio 2026.

HOSAIN, M. Z. *et al.* Antimicrobial uses for livestock production in developing countries. **Veterinary World**, Gujarat, v. 14, n. 1, p. 210–221, 2021. Disponível em: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.14/January-2021/27.html>. Acesso em: 21 maio 2026.

HOSSAIN, H. *et al.* Mobile genetic elements and antimicrobial resistance: molecular mechanisms, evolutionary ecology, one health implications and control strategies. **Antibiotics**, Basel, v. 15, n. 4, p. 418, 2026. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/15/4/418>. Acesso em: 08 abr. 2026.

ISLAM, M. A. *et al.* A review of antimicrobial usage practice in livestock and poultry production and its consequences on human and animal health. **Journal Of Advanced Veterinary And Animal Research**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 254–266, 2024. Disponível em: <https://www.ejmanager.com/mnstemps/39/39-1706959593.pdf?t=1777761657>. Acesso em: 19 maio 2026.

LENTZ, Silvia Adriana Mayer. **Atualização sobre Uso Racional de Antimicrobianos e Boas Práticas de Produção: trabalhando juntos para combater a resistência aos antimicrobianos**. [S.l.]: OPAS/MAPA, 2022. 49 p.. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/publicacoes/Apostila_AtualizaosobreUsoRacionaldeAntimicrobianoseBoasPraticasdeProducao.pdf. Acesso em: 02 abr 2026.

LOPES, J. K. *et al.* Veterinary antimicrobial monitoring systems in Brazil, the United Kingdom, and the Netherlands: a descriptive comparison to support system development in Brazil. **Science in One Health**, [S.l.], v. 5, p. 100154, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soh.2026.100154>. Acesso em: 23 maio 2026.

MANYI-LOH, C. *et al.* Antibiotic use in agriculture and resistance. **Zoonoses and Public Health**, Oxford, v. 65, n. 1, p. 1–17, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/zph.13172>. Acesso em: 06 maio 2026.

MCEWEN, S. A.; COLLIGNON, P. J. Antimicrobial resistance: a One Health perspective. **Microbiology Spectrum**, Washington, v. 6, n. 2, p. 6.2.10, 6 abr. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017>. Acesso em: 12 maio 2026.

MCGONAGLE, C. J.; MCEWEN, S. A. Antimicrobial resistance in animal agriculture. **BMC Veterinary Research**, London, v. 13, n. 1, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-017-1131-3>. Acesso em: 03 maio 2026.

MHONE, A. L.; MUROI, D. M.; MOODLEY, A. One Health: governance and regulatory framework for antimicrobial use in Malawi. **Science in One Health**, [S.l.], v. 4, p. 100119, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soh.2025.100119>. Acesso em: 23 maio 2026.

MURRAY, C. J. L. *et al.* Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. **The Lancet**, London, v. 399, n. 10325, p. 629–655, 2022. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)02724-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)02724-0/fulltext). Acesso em: 14 maio 2026.

PALMA, E. *et al.* Antimicrobial resistance in veterinary medicine: an overview. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 21, n. 6, p. 1914, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/6/1914>. Acesso em: 23 maio 2026.

PATEL, S. J. *et al.* Antibiotic Stewardship in Food-producing Animals: Challenges, Progress, and Opportunities. **Clinical Therapeutics**, [S.l.], v. 42, n. 9, p. 1649–1658, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2020.07.004>. Acesso em: 23 maio 2026.

PEREIRA, J. S.; SILVA, A. C.; ROCHA, M. A. Resistência antimicrobiana: impactos ambientais e à saúde pública. **Environmental and Ecotoxicology Experience**, v. 4, 2023. Disponível em: <https://eec.ecotoxbrasil.org.br/index.php/eec/article/view/516/457>. Acesso em: 30 abr. 2026.

RABELLO, R. F. *et al.* Antimicrobial Resistance in Farm Animals in Brazil: An Update Overview. **Animals**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 552, 26 mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani10040552>. Acesso em: 23 maio 2026.

RACHED, R. Z. *et al.* Veterinary Prescriptions of Antibiotics Approved for Human Use: A Five-Year Analysis of Companion Animal Use and Regulatory Gaps in Brazil. **Veterinary Sciences**, Basel, v. 12, n. 7, p. 652, 9 jul. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/vetsci12070652>. Acesso em: 29 maio 2026.

REGULAMENTO (UE) 2019/6 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018. Relativo aos medicamentos veterinários e que revoga a Diretiva 2001/82/CE. **Jornal Oficial da União Europeia**: série L, n. 4, p. 43-167, 7 jan. 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32019R0006>. Acesso em: 15 abr. 2026.

RIZZO, A. *et al.* Antimicrobial resistance and current alternatives in veterinary practice: a review. **Current Drug Metabolism**, Sharjah, v. 24, n. 5, p. 347–360, 2023. Disponível em: <https://www.eurekaselect.com/article/129165>. Acesso em: 26 maio 2026.

RODRIGUES, M. *et al.* One Health, Antimicrobial Resistance Genes and associated Human Activities in Brazil: a Critical Review. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 20, n. 1, p. 01-13, 3 jun. 2025. Disponível em: <https://eec.ecotoxbrasil.org.br/index.php/eec/article/view/516/457>. Acesso em: 05 abr 2026.

SAAK, C. C.; DINH, C. B.; DUTTON, R. J. Experimental approaches to tracking mobile genetic elements in microbial communities. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 44, n. 5, p. 606–630, 16 jul.

2020. Disponível em: https://academic.oup.com/femsre/article/44/5/606/5872483?utm_source. Acesso em: 10 abr 2026.
- SALATI, P.; SOUZA, V. União Europeia vetará importações de carne do Brasil a partir de setembro. **G1 – Globo**, 12 mai 2026. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2026/05/12/ue-importacoes-de-carne-do-brasil.ghtml>. Acesso em: 16 maio 2026.
- SASSI, A. et al. The Role of the Environment (Water, Air, Soil) in the Emergence and Dissemination of Antimicrobial Resistance: A One Health Perspective. **Antibiotics**, v. 14, n. 8, p. 764–764, 29 jul. 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/8/764>. Acesso em: 27 maio 2026.
- SCARBOROUGH, R. O. *et al.* Seeking simplicity, navigating complexity: How veterinarians select an antimicrobial drug, dose, and duration for companion animals. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Hoboken, v. 38, n. 6, p. 3215–3227, 2024. Disponível em: <https://academic.oup.com/jvim/article/38/6/3215/8448577?login=false>. Acesso em: 25 maio 2026.
- SCHMEROLD, I.; VAN GEIJLSWIJK, I.; GEHRING, R. European regulations on the use of antibiotics in veterinary medicine. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S.l.], v. 189, p. 106473, out. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2023.106473>. Acesso em: 23 maio 2026.
- SINDAN. **Anuário COMAC 2022**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://sindan.org.br/wp-content/uploads/2023/05/Comac-Anuario-2022-vf.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2026.
- SOUSA, A. *et al.* Understanding how veterinarians’ knowledge, attitudes, and practices influence antibiotic prescription: a systematic review of survey studies. **BMC Veterinary Research**, London, v. 21, n. 1, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-025-05001-6>. Acesso em: 24 maio 2026.
- TANG, K. L. *et al.* Restricting the use of antibiotics in food-producing animals and its associations with antibiotic resistance in food-producing animals and human beings: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Planetary Health**, London, v. 1, n. 8, p. e316–e327, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29387833/>. Acesso em: 10 maio 2026.
- TANG, K. W. K.; MILLAR, B. C.; MOORE, J. E. Antimicrobial Resistance (AMR). **British Journal of Biomedical Science**, v. 80, n. 11387, p. 11387, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37448857/>. Acesso em: 13 abr. 2026.
- TUFA, T. B. *et al.* Prudent use and antimicrobial prescription practices in Ethiopian veterinary clinics located in different agroecological areas. **BMC Veterinary Research**, London, v. 20, n. 1, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-024-04380-6>. Acesso em: 22 maio 2026.
- VIROLLE, C. *et al.* Plasmid Transfer by Conjugation in Gram-Negative Bacteria: From the Cellular to the Community Level. **Genes**, Basel, v. 11, n. 11, p. 1239, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33105635/>. Acesso em: 04 abr. 2026.
- VON WINTERSDORFF, C. J. H. *et al.* Horizontal gene transfer and antimicrobial resistance. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 7, p. 173, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26925045/>. Acesso em: 16 maio 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Antimicrobial Awareness Week**. Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/campaigns/world-amr-awareness-week>. Acesso em: 09 abr. 2026.

YIP, D. W.; GERRIETS, V. Penicillin. In: **StatPearls**. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2024. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554560/>. Acesso em: 01 abr. 2026.

YUDHANTO, S. et al. Assessing Illinois companion animal veterinarians' antimicrobial prescription practices and the factors that influence their decisions when treating bacterial infections in dogs and cats. **Zoonoses and Public Health**, v. 71, n. 8, p. 911–924, 23 jul. 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/zph.13172>. Acesso em: 01 abr 2026