

# Resistência Bacteriana aos Antimicrobianos: uma abordagem de “Uma Só Saúde”

Acadêmico João Palermo-Neto - Apamvet, cadeira II, patrono João Barisson Vilares

Professor Titular Emérito - Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da USP

*“A legitimidade não depende só da lei, mas da confiança coletiva de que regras importam e devem ser respeitadas.”*  
Yuval Harari, em Sapiens.

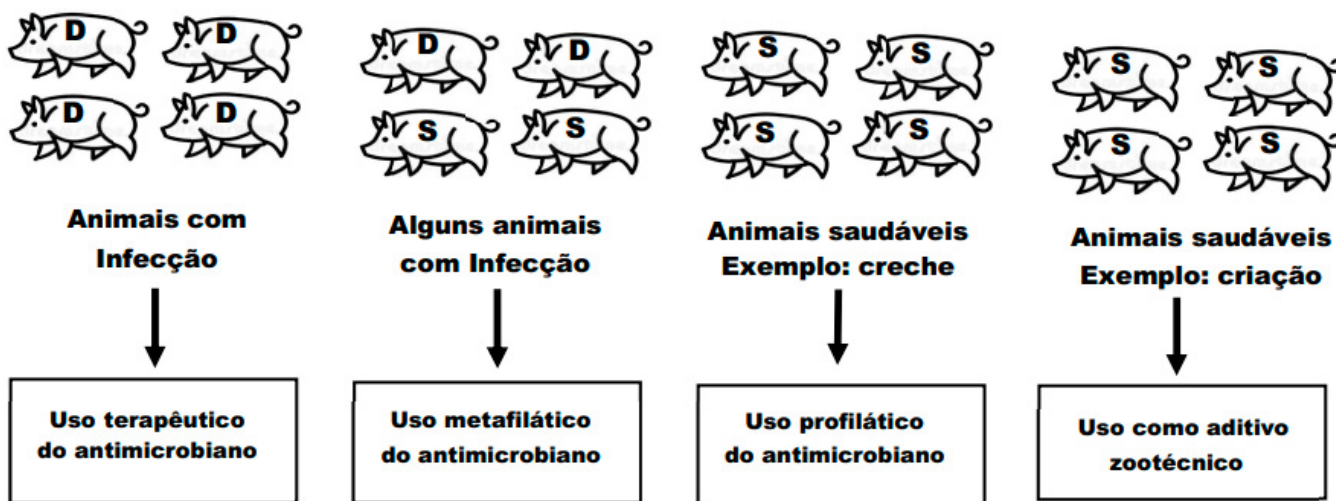
Homens e animais compartilham de um mesmo ambiente que os influencia e que por eles é influenciado. Esta constatação gerou uma nova forma de abordagem dos agentes etiológicos que impactam o ecossistema denominada “Uma Só Saúde”. O uso elevado e indiscriminado de antimicrobianos pela pressão seletiva que exerce sobre bactérias, vem acelerando e magnificando o desenvolvimento de resistência bacteriana a estes ativos. Doenças zoonóticas causadas por bactérias resistentes ganham especial destaque neste contexto pela relevância que têm nas questões de saúde pública: 60% das doenças infecciosas humanas são causadas por patógenos zoonóticos que têm potencial para carregar genes ou determinantes de resistência bacteriana. A maioria dos antimicrobianos não é completamente metabolizada/inativada e, uma vez liberados para o meio ambiente em forma ativa, têm amplas possibilidades de adentrar a cadeia alimentar e de afetar nichos ecológicos importantes. Genes e determinantes de resistência têm sido descritos, também, em bactérias que fazem parte da microbiota intestinal de animais de produção, podendo ser horizontalmente transferidos a bactérias

zoonóticas que assim se tornam resistentes. O presente artigo revê de forma crítica estes eventos e apresenta os critérios usados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) quando da classificação dos antimicrobianos de relevância para a saúde humana e as recomendações feitas por esta instituição para o emprego destas moléculas em Medicina Veterinária. Medidas de boas práticas clínicas veterinárias no uso de antimicrobianos e outras de uso prudente são apresentadas no final do artigo.

## Introdução

A descoberta dos antimicrobianos nos anos 1900 revolucionou os procedimentos dedicados ao tratamento de processos infecciosos e à manutenção da saúde humana e animal. Desde então, milhões de vidas têm sido salvas. Antimicrobianos são compostos que inibem o crescimento ou que destroem microrganismos por meio de diferentes mecanismos de ação que incluem: alterações na membrana celular; inibição da síntese da parede celular; atividade anti-metabólica; inibição da síntese de ácidos nucleicos e inibição da síntese proteica. Em Medicina Humana e em Veterinária, são usados terapêuticamente para tratamento de processos infecciosos. Em animais de produção, ganham ainda outros usos: metafilático (tratamento de todos os animais enfermos ou não pertencentes a um mesmo lote), profilático (prevenção/controla de processos infecciosos) e como aditivo zootécnico melhorador do desempenho (Figura 1).

**Figura 1** – Usos de antimicrobianos em Medicina Veterinária. D= animal doente e S= animal saudável.



Fonte: o autor; modificado de Spinoza, 2023

Embora os benefícios do uso de antimicrobianos sejam indiscutíveis, seu uso pouco criterioso e, muitas vezes, realizado de forma descontrolada, isto é, feito em desacordo com as normas de boas práticas clínicas e/ou farmacológicas preconizadas para o tratamento de infecções (veja adiante), tem resultado no recrudescimento da resistência bacteriana e/ou do aparecimento de determinantes de resistência bacteriana, um problema atual de abrangência global e fonte de enorme preocupação.

É indiscutível: a pressão seletiva exercida pelos antimicrobianos, em especial se usados de forma imprudente, tem desempenhado papel fundamental no desenvolvimento da resistência bacteriana seja por mutação, alterações de permeabilidade celular, mecanismos de efluxo por bombas, alterações nos alvos ou nos locais de ação na bactéria, produção de enzimas de inativação, seja por meio de transferência horizontal de genes ou de determinantes de resistência (Knöbl et al., 2023).

### Uma Só Saúde

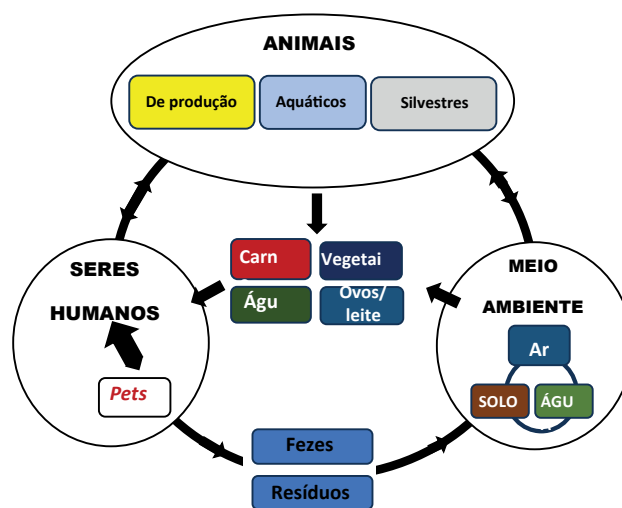
A emergência de microrganismos resistentes aos antimicrobianos tem cruzado fronteiras, entrando em praticamente todos os ambientes, sendo os animais de produção considerados, na atualidade, os hospedeiros biológicos mais comuns para o desenvolvimento da resistência bacteriana (Pandey et al., 2024; Agga & Amenu, 2024; Chilanga et al., 2025). A microbiota intestinal é composta de várias comunidades de microrganismos que atuam de forma sinérgica na manutenção da saúde dos animais. A seleção de patógenos resistentes no ambiente intestinal destes animais altera esta estrutura comunitária e possibilita a transferência de genes de resistência a outros microrganismos ali existentes. Bactérias resistentes assim formadas têm amplas possibilidades de serem transferidas aos seres humanos, ao meio ambiente e a outros animais (Parohit, 2014).

Como mostra a Figura 2, a interconexão de seres humanos com animais via ecossistema cria um cenário que vem sendo abordado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pelo Organismo das Nações Unidas para a Alimentação (FAO) dentro do contexto de “Uma Só Saúde” (WHO, 2018; FAO, 2021). Segundo estas agências o manejo preventivo adequado da resistência bacteriana exige que se considere que animais e seres humanos se influenciam mutuamente e que compartilham de um mesmo ambiente que os influencia e que por eles é modificado; ou seja, há que pensar em formas de abordagens integradas ou holísticas, uma vez que as ações isoladas propostas têm se mostrado insuficientes e falhas.

Neste contexto holístico, é preciso considerar que muitos dos antimicrobianos que adentram o corpo humano e aqueles dos animais não são completamente metabolizados; este fato resulta em suas eliminações em forma “não metabolizada” para o meio ambiente. Ao serem excretados em sua forma ativa contaminam o estrume, as descargas de esgotos e, desta forma, o solo e os mananciais, exercendo mais pressão no

microbioma nativo para a seleção, o desenvolvimento e a disseminação de formas de resistência bacteriana (Parmar et al., 2017; Thakur & Gray, 2019). Assim e como exemplo, já se encontraram concentrações de doxaciolina, norfloxacino e sulfametoxazol no solo de até 10mg/kg, 40mg/kg e 26mg/kg, respectivamente, tendo sido suas meia-vidas neste ambiente estimada em até 78, 62 e 49 dias, respectivamente; como comparação, os menores valores de concentração inibitória mínima 50% (CIM<sub>50</sub>) reportados para estes antimicrobianos em bactérias a eles sensíveis são 44mg/Kg, 32mg/Kg e 15mg/kg respectivamente (Greig et al., 2015; Wang et al., 2016).

**Figura 2** – Esquema representativo do conceito de Saúde Única adotado pela FAO/OMS para manejo preventivo da resistência bacteriana aos antimicrobianos.



Fonte: o autor

Mais que isso, os antimicrobianos são também usados por meio de administração na água de bebida ou na ração e, em aquicultura, para tratamento e redução da mortalidade de peixes, sendo adicionados aos alimentos ou diretamente na água; práticas que certamente facilitam a disseminação desses compostos para o meio ambiente, alterando a dinâmica da população microbiana do solo e aquática. Já se relatou a presença de genes de resistência a antimicrobianos como aqueles que codificam enzimas beta-lactamases de espectro expandido (ESBL) em patógenos zoonóticos que acometem peixes como *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Vibrio* e *Mycobacterium* (Rivas-Avarena et al., 2013; Kumar & Pal, 2018). Fatos como estes ressaltam a existência de mais uma porta de entrada importante para o desenvolvimento de resistência em bactérias zoonóticas a merecer atenção e controle dentro de uma perspectiva em “Uma Só Saúde”.

A possibilidade de transferência de genes ou de determinantes de resistência por meio de elementos genéticos de mobilidade como transposons ou plasmídeos entre populações microbianas aumenta sobremaneira a prevalência de bactérias zoonóticas resistentes no meio ambiente possibilitando a ocorrência de infecções de difícil tratamento em animais e seres humanos.

Inúmeras doenças infecciosas têm origem zoonótica. A OMS descreve zoonoses como “qualquer doença ou infecção que seja naturalmente transmitida entre animais e seres humanos”. Mais de 60% das infecções humanas são causadas por patógenos zoonóticos que podem carrear genes de resistência e que, assim, atingem a população humana, como,

por exemplo, aquelas apresentadas no Quadro 1. Estes agentes podem atingir o ser humano por meio de ingestão, inalação ou outras formas de contaminação de membranas mucosas. Além disso, alguns hábitos alimentares como a ingestão de carne mal cozida, de leite não pasteurizado ou de vegetais e frutos crus, são reconhecidos por facilitar a disseminação de zoonoses.

**Quadro 1 – Patógenos zoonóticos e resistência antimicrobiana.**

ANIMAL	DOENÇA	AGENTE ETIOLÓGICO Resistente	RESISTÊNCIA RELATADA
Cães e gatos	Piodermite	<i>Staphylococcus</i>	Meticilina, ofloxacina
	Septicemias	<i>Staphylococcus</i>	Meticilina, clindamicina, fluoroquinolonas
Peixes	Gastrites/diarreias	<i>Salmonellas, Vibrio</i>	Cefalotina, ampicilina, cloranfenicol
Aves	Meningites	<i>Streptococcus</i>	Cefalosporina, cefotaxima
	Septicemias	<i>E. coli, Salmonella, Campylobacter,</i>	Meticilina
Suínos	Infecções do trato intestinal	<i>Klebsiella, Salmonella</i>	Vários beta-lactâmicos
	Infecções do trato urinário	<i>Enterococcus, Campylobacter</i>	Ácido nalidíxico, quinolonas, fluoroquinolonas
	Septicemias	<i>Staphylococcus, Campylobacter, Salmonella</i>	Levofloxacino, penicilina, tetraciclina
Bovinos	Infecções do trato urinário	<i>E. coli</i>	Ampicilina, cefotaxima fluoroquinolonas,
	Mastites	<i>Staphylococcus, Klebsiella, Salmonella</i>	Meticilina, amoxicilina ácido clavulânico
	Tuberculose	<i>Mycobacterium, Brucella</i>	Norfloxacino, amoxicilina
	Tifo	<i>Salmonella</i>	Penicilina, oxitetraciclina, estreptomicina, sulfonamídicos
	Tuberculose	<i>Mycobacterium, Neisseria</i>	Azitromicina, gentamicina, cloranfenicol
Frangos	Enterocolites	<i>Campylobacter, Salmonella</i>	Ciprofloxacino, tetraciclina, enrofloxacino, ácido nalidíxico.
	Enterites	<i>Campylobacter</i>	Ácido nalidíxico, ciprofloxacino, tetraciclina
	Diarreia	<i>E. coli, Salmonella, Campylobacter</i>	Sulfamerazina, di-hidroestreptomicina
	Mortalidade	<i>Salmonella, Klebsiella</i>	Meticilina

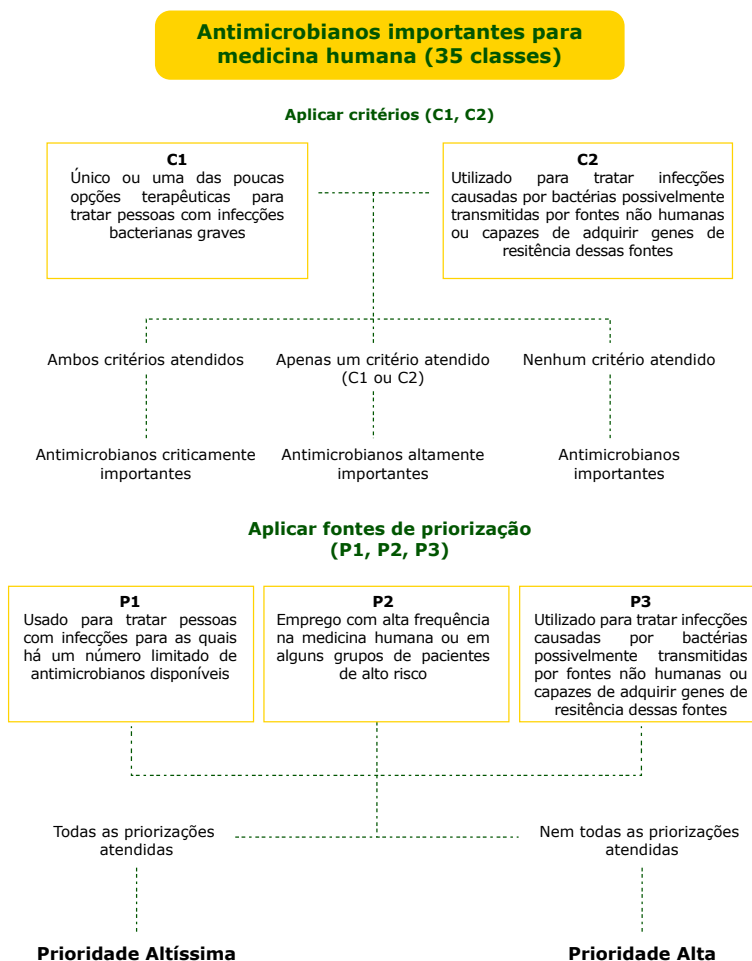
Fonte: Modificado de Dafale et al., 2020

### Antimicrobianos medicamento importantes para a Saúde Humana e recomendações de uso em Medicina Veterinária

O manejo da resistência bacteriana por meio de uma abordagem em Uma Só Saúde tem sido implementado por meio de diversos fatores como, por exemplo, definição de critérios a serem usados na classificação dos antimicrobianos importantes para o tratamento de infecções humanas e implementação de guias e regulamentações para uso racional ou prudente de antimicrobianos (FAO, 2017; WHO, 2017). Foi louvável, portanto, o esforço dos especialistas da OMS para que se desenvolvesse o conceito de antimicrobianos “criticamente relevantes de altíssima importância”, “criticamente importantes”, “altamente importantes” e “importantes” para uso humano, e os critérios e prioridades que deveriam ser empregados para inclusão de classes farmacológicas de antimicrobianos nestes grupos, de forma tal que fosse possível formular uma lista que levasse em consideração, tanto as bactérias (patogênicas como comensais), como os genes e/ou determinantes de resistência que podem ser transferidos dos animais para o ser humano, alimentos ou meio ambiente. A Figura 3 mostra os critérios usados quando da classificação e da priorização destes antimicrobianos.

O Quadro 2, traz a lista classificatória atualizada de antimicrobianos de uso humano intitulada “*Critically important antibiotics for human medicine*” (WHO, 2018). Entende-se que esta lista deva ser empregada como referência para orientar a priorização e a formulação de estratégias para a contenção do desenvolvimento de resistência bacteriana em decorrência do uso não-humano dos antimicrobianos. Neste sentido, os especialistas da OMS recomendam que se faça restrição completa do uso dos antimicrobianos medicamento importantes em animais de produção, principalmente quando feito como aditivo zootécnico melhorador do desempenho animal (para promover o crescimento). Recomendam, ainda, que não se usem os antimicrobianos medicamento importantes na prevenção ou no controle de doenças infecciosas que ainda não tenham acometido as criações animais ou que, presentes na criação, não tenham sido corretamente diagnosticadas clínica/microbiologicamente. De acordo com estes especialistas, o uso terapêutico desses antimicrobianos pode ser feito em pets ou em animais de produção, porém, nunca como ferramenta de primeira escolha; isto é, eles deveriam ser utilizados apenas quando os de primeira escolha falhassem.

**Figura 3** – Critérios e prioridades usados para classificação dos antimicrobianos.



Fonte: Modificado de WHO, 2018

**Quadro 2** – Classificação dos antimicrobianos de importância para tratamento de infecções humanas proposta pela FAO/OMS - 6ª lista atualizada.

CRITICAMENTE IMPORTANTES DE ALTÍSSIMA RELEVÂNCIA	
Cefalosporinas de 3ª, 4ª e 5ª gerações	Macrolídeos (Ex. Eritromicina)
Polimixinas (Ex. Colistina)	Quinolonas (Ex. Ciprofloxacino)
CRITICAMENTE IMPORTANTES	
Gentamicina	Monobactams
Rifamicina	Oxazolidinonas (Ex. Linezolida)
Carbapenemos	Todas as penicilinas
Vancomicina	Fosfomicina
Tigeclicina	Isoniazida e similares
Daptomicina	
ALTAMENTE IMPORTANTES	
Amidinopenicilinas	Antibacterianos esteroides (Ex. Ácido fusídico)
Anfenicóis (Ex. Cloranfenicol)	Streptograminas (Ex. Quinupristina)
Cefalosporinas (1ª e 2ª gerações)	Sulfas e Trimetoprima
Lincosamidas (Ex. Clindamicina)	Sulfonas (Ex. Dapsona)
Penicilinas antiestafilocócicas (Ex. Oxacilina)	Riminofenazinas
Tetraciclina	
ANTIMICROBIANOS IMPORTANTES	
Aminociclitois (Ex. Espectinomicina)	Nitroimidazóis (Ex. Metronidazol)
Polipeptídeos	Pleuromutilinas (Ex. Retapamulina)
Nitrofuranos	

(Fonte: Modificado de WHO, 2018).

## Impacto da classificação dos antimicrobianos em produção animal

As recomendações da FAO/OMS impactaram o uso de antimicrobianos em produção animal em todo o mundo e, de modo muito particular, o uso de aditivos zootécnicos melhoradores do desempenho animal e, de certa forma, de toda a cadeia de produção animal. No Brasil, elas têm resultado na proibição sequencial do

uso de antimicrobianos como estabilizador da microbiota e da qualidade da mucosa intestinal e, via de consequência, como promotores do crescimento (Quadro 3). Ressalte-se que no momento, há uma consulta pública aberta pelo Ministério da Agricultura e Pecuária - Mapa (IN N° 162/2022) que discute a continuidade do uso dos últimos aditivos antimicrobianos ainda em uso em nosso País: a bacitracina de zinco, a bacitracina metileno dissalada (BMD) e a virginiamicina.

**Quadro 3 – Antimicrobianos de uso proibido em animais de produção no Brasil e legislação correspondente.**

ANTIMICROBIANO	LEGISLAÇÃO
Avoparcina	Ofício Circular. DFPA N° 47/1998
Arsenicais e Antimoniais	Portaria N° 31/2002
Cloranfenicol e Nitrofuranos	IN N° 09/2003
Olaquinox	IN N° 11/2004
Carbadox	IN N° 335/2005
Colistina	IN N° 22/2016
Violeta de Genciana	IN N° 34/2007
Anfenicóis, Tetraciclina, Beta-lactâmicos (Penicilinas e Cefalosporinas), Quinolonas, Sulfas Sistêmicas como aditivos	IN N° 26/2009 (revoga Portaria 193/1988)
Eritromicina e Espiramicina	IN N° 01/2020
Tilosina, Lincomicina e Tiamulina	IN N° 13/2020

Fonte: o autor

Os anticoccidianos (monensina, narasina, salinomina, lasalocida e maduramicina) têm seu uso permitido até o presente momento no Brasil. São utilizados tanto para prevenção e tratamento da coccidiose como para melhorar a conversão alimentar, o ganho de peso de bovinos de corte e a produção de leite (uso como aditivo zootécnico). Ressalte-se, porém, que o uso destas moléculas como aditivo promotor de crescimento está proibido na Europa, ainda que eles sejam por lá considerados e registrados como aditivos para uso no tratamento e na prevenção da coccidiose. Esta observação é importante e deve ser refletida pela cadeia produtiva animal de nosso País uma vez que segundo os Arts. 1° e 4° do Regulamento Delegado da UE 905/2023 somente poderão adentrar o território europeu alimentos de origem animal provenientes de países terceiros que venham acompanhados de certificado oficial que ateste que as remessas enviadas cumprem com os requisitos do Art. 3° do referido Regulamento. Neste artigo proíbe-se o uso durante a criação dos animais de: a) antimicrobianos para promoção do crescimento ou para aumento do rendimento da produção e b) antimicrobianos importantes reservados para o tratamento de determinadas infecções humanas (listados no Regulamento UE 1255/2022).

O Plano Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Agropecuária (PAN- BR AGRO) do Mapa, atualmente em sua 2ª versão, segue as diretrizes de Uma Só Saúde estabelecidas pela FAO/OMS, tendo como alguns de seus objetivos: (I) Melhorar a conscientização e a compreensão a respeito da resistência aos antimicrobianos,

(2) Otimizar o uso dos antimicrobianos, (3) Fortalecer a implantação de medidas de prevenção, higiene e controle de infecções no âmbito da agropecuária e, (4) Promover o uso racional de antimicrobianos no âmbito da agropecuária. Estas metas estão sendo progressivamente cumpridas pelo Mapa.

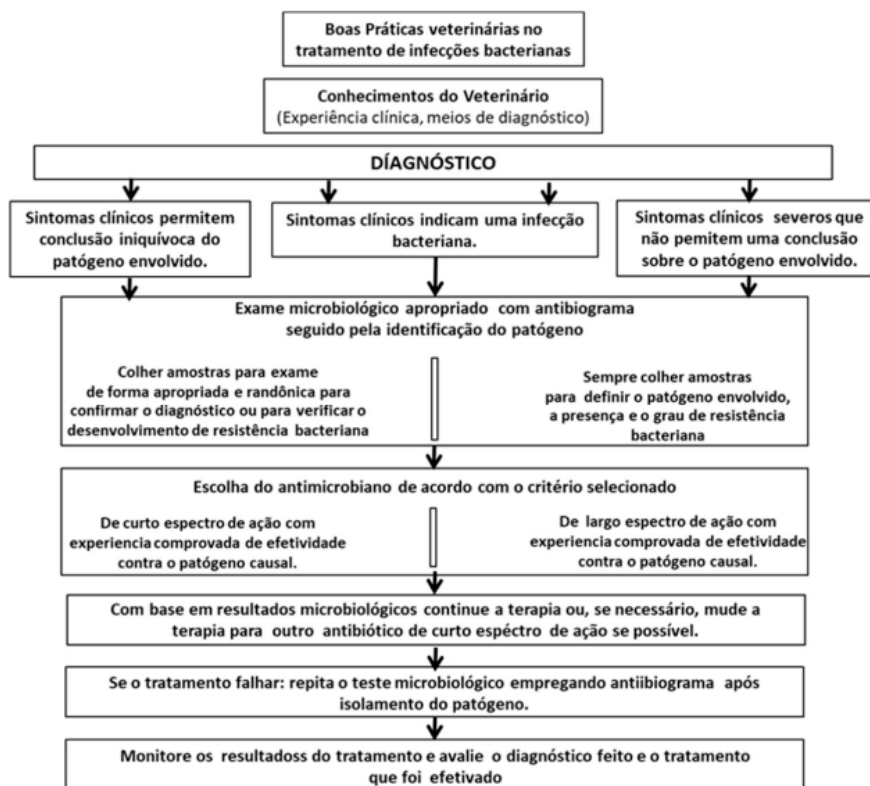
### Boas Práticas Clínicas no uso de antimicrobianos

Alguns cuidados e recomendações têm sido feitos buscando manter a eficácia dos antimicrobianos, reduzir o desenvolvimento de resistência bacteriana e evitar a presença de resíduos dos mesmos em tecidos provenientes de animais tratados. O Mapa e a Organização Panamericana de Saúde (Opas) resumem estas recomendações nos cinco "somentes": somente use antimicrobianos quando (1) prescritos por médico-veterinário; (2) com dosagens precisas e respeitando a duração do tratamento e do período de carência; (3) absolutamente necessário; (4) associados a boas práticas de manejo, vacinação e higiene; e, (5) adquiridos de fontes e distribuidoras autorizadas.

Algumas normas representam, os requerimentos mínimos a serem seguidos quando do tratamento de animais de produção com antimicrobianos. A Figura 4 e o Quadro 4 mostram algumas das recomendações mais importantes.

Estas recomendações, se aplicadas, permitem que se faça um tratamento de maneira eficiente e correta, livre do automatismo, de modismos ou de influências. Ou seja, um tratamento pensado, centrado nos resultados e nas possíveis consequências dos atos feitos.

**Figura 4** – Critérios para uso prudente de antimicrobianos em suinocultura.



Fonte: modificado de Ungemach et al., 2006

**Quadro 4** – Medidas para uso prudente de antimicrobianos.

- Avaliar cuidadosamente a necessidade do uso da medicação antimicrobiana, em especial da terapêutica.
- Garantir que o antimicrobiano a ser utilizado seja indicado para a espécie em tratamento.
- Compare as vantagens e desvantagens dos diferentes antimicrobianos antes de fazer a escolha.
- Avaliar o tipo de tratamento que se pretende fazer (profilático? metafilático? terapêutico?).
- Consultar a legislação brasileira. O antimicrobiano e o uso pretendidos são permitidos por lei?
- Utilizar antimicrobianos após diagnóstico preciso (vide Figura 4).
- Ficar atento aos cálculos de dosagens; rever os cálculos.
- Usar a via de administração mais adequada. Se oral: na água de dessedentação ou na ração? Verifique a solubilidade do antimicrobiano em água. Faça misturas homogêneas.
- Se for medicar por via oral na água de bebida, dê preferência ao uso de dosadores.
- Obedecer à prescrição da bula do antimicrobiano. Ela foi aprovada pelo Mapa: garante a eficácia, a ausência de toxicidade e o período de carência correto.
- Não usar produtos que não tenham sido aprovados pelo Mapa (“piratas”). Como garantir, no caso de uso, a eficácia e a ausência de resíduos no produto final?
- Verificar se o antimicrobiano é tempo-dependente, concentração dependente ou tempo e concentração dependente. Administrar de acordo com estas características farmacocinéticas.
- Evitar associação de antimicrobianos e ao fazer consultar a literatura. Regras rígidas de associação têm se mostrado equivocadas.
- Lembrar que o Mapa, atendendo a uma demanda da OMS, está recomendando que não se usem antimicrobianos como aditivos zootécnicos melhoradores do desempenho.
- Não use antimicrobianos criticamente importantes e criticamente importantes de alta relevância como primeira escolha para o tratamento e evite empregá-los com finalidade de controle de enfermidades.
- Proteger a saúde dos consumidores, mantendo o período de carência estipulado em bula. Lembre-se que os métodos analíticos modernos podem quantificar concentrações de até ppt de ativos em alimentos.
- Cuidar para que não ocorra contaminação ambiental durante a preparação da água/ração medicada, durante o tratamento. Cuide adequadamente dos dejetos; alguns antimicrobianos são eliminados de forma não metabolizada, persistem ativos no meio ambiente, representam fontes de resíduos e contribuem para o aumento de formas de resistência bacteriana ali.
- Prevenir ou reduzir a transferência de microrganismos resistentes, ou de fatores de resistência dentro de populações de animais, do ambiente e entre populações animais e humanas.
- Contribuir para a manutenção da eficácia e ação dos antimicrobianos utilizados em medicina humana e animal.

Fonte: o autor

## Conclusão

A implementação do uso racional e responsável dos antimicrobianos somente será possível à medida que sua importância for reconhecida e se entender que é necessário reduzir este uso. Para isso, é fundamental que se utilizem os antimicrobianos de forma consciente e correta, obedecendo aos princípios de Boas Práticas acima explicitados e empregando as novas tecnologias de forma prudente, após criteriosa reflexão sobre os possíveis impactos das ações a serem implementadas (Figura 5).

**Figura 5** – Principais ações de uso prudente a serem tomadas por um médico-veterinário frente a uma infecção bacteriana.

### O QUE VOCÊ PODE FAZER COMO MÉDICO VETERINÁRIO?



Fonte: Magnusson et al. 2019

Somente a partir da implementação desses cinco passos será possível iniciar um processo de redução no uso e uma readequação das práticas de produção. Para que isso ocorra, no entanto, é fundamental cuidar da educação continuada dos profissionais e manter o diálogo constante entre academia, veterinários de campo, indústria farmacêutica veterinária e outros profissionais da cadeia produtiva de forma que se atendam às modernas demandas por melhores condições de saúde e bem-estar dos animais dentro de uma perspectiva de UMA SÓ SAÚDE.

## Referências

- AGGA, G. E.; AMENU, K. Editorial: Antimicrobial resistance in food-producing environments: a One Health Approach. **Frontiers in Antibiotics**, [s. l.], p. 1-4, jun. 2024. DOI: 10.3389/frabi.2024.1436987. Disponível em: [Consultado em: 2 out. 2025].
- CHILANGA, F. et al. A systematic review of antimicrobial resistance transmission inferences at the human-livestock interface in Africa. In: **Nature Portfolio Journal**, [s. l.], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44259-025-00126-y>. Acesso em: 2 out. 2025.
- DAFALE, N. A.; SRIVASTAVA, S.; PUROHIT, J. Zoonosis: an emerging link to antibiotic resistance under One Health approach. **Indian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 60, p. 139-152, 2020.
- FAO. **The FAO action plan on antimicrobial resistance**. Rome, 2017. ISBN 978-92-5-109392-4. Disponível em:

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/70dd55f7-3348-4895-b651-76308101cb45/content>. Acesso em: 2 out. 2025.

- FAO. **The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance**. Rome, 2021. Disponível em: <http://doi.org/10.4060/cb5545en>. Acesso em: 3 out. 2025.
- GREIG, J.; RAJIC, A.; YOUNG, Y. A scoping review of the role of wildlife in the transmission of bacterial pathogens and antimicrobial resistance to the food chain. **Zoonoses Public Health**, [s. l.], v. 62, p. 269-284, 2015.
- KNÖBL, T.; CUNHA, M. P. V.; SPINOSA, H. S. Resistência bacteriana aos antimicrobianos. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Eds.). **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 7. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, Grupo Gen, 2023. p. 511-518.
- KUMAR, A.; PAL, D. Antibiotic resistance and wastewater: correlation, impact and critical human health challenges. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [s. l.], v. 6, p. 52-58, 2018.
- MAGNUSSON, U. **Prudent and efficient use of antimicrobials in pigs and poultry**. Roma: FAO, 2019. (FAO Animal Production and Health Manual, 23). ISBN 978-92-5-131891-1. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a8fbb826-a602-4bfc-86b2-e3b840c0e0b7/content>. Acesso em: 2 out. 2025.
- PANDEY, S. et al. Antibiotic resistance in livestock, environment and humans: One Health perspective. **Journal of Animal Science and Technology**, [s. l.], v. 31, p. 266-278, 2024.
- PARMAR, K. M.; HATHI, Z. L.; DAFALE, N. A. Control of multidrug-resistant genes flow in the environment through bacteriophage intervention. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, [s. l.], v. 181, p. 1007-1029, 2017.
- PAROHIT, H. J. Gut-bioreactor and human health in future. **Indian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 58, p. 3-7, 2014.
- RIVAS-AVARENA, A.; SANDINO, A. M.; SPENCER, E. Nanoparticles and microparticles of polymers and polysaccharides to administer fish vaccines. **Biological Research**, [s. l.], v. 46, p. 407-419, 2013.
- SPINOSA, H. S. Considerações gerais sobre os antimicrobianos. In: SOUZA, H.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Eds.). **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 7. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, Grupo Gen, 2023. p. 501-509.
- THAKUR, S.; GRAY, G. C. The mandate for a global "one health" approach to antimicrobial resistance surveillance. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, [s. l.], v. 100, p. 277-288, 2019.
- UNGEMACH, F. R. Guideline for prudent use of antimicrobials and their implications on antibiotic usage in veterinary medicine. **Journal of Medical Microbiology**, [s. l.], v. 296, p. 33-38, 2006.
- WANG, J.; LIN, H.; SUN, W. Variations in the fate and biological effects of sulfamethoxazole, norfloxacin and doxycycline in different vegetable-soil systems following manure application. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 304, p. 49-57, 2016.
- WHO. **Critically important antimicrobials for human medicine**. 6. ed. Geneva, 2018. ISBN 978-92-4-151552-8. Disponível em: <https://www.who.int/publications/item/9789241515528>. Acesso em: 2 out. 2025.
- WHO. **Guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals**. Geneva, 2017. ISBN 978-92-4-155013-0. Disponível em: <https://www.who.int/publications/item/9789241550130>. Acesso em: 2 out. 2025.