

# **RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA PELO USO DA SULFAMICINA EM AVES DE CRIAÇÃO**

## **ANTIMICROBIAL RESISTANCE DUE TO THE USE OF SULFAMYCIN IN POULTRY**

**FERREIRA, Gabryella Romany<sup>1</sup>**

**BOAS, João Victor Neto Vilas<sup>2</sup>**

**ALBUQUERQUE, Luis Fernando Duarte<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

A resistência antimicrobiana configura-se como um dos maiores desafios à saúde pública, animal e ambiental, especialmente diante do uso intensivo de fármacos na produção avícola. Dentre os antimicrobianos mais empregados, destaca-se a sulfamicina, pertencente ao grupo das sulfonamidas, amplamente utilizada no tratamento e prevenção de infecções bacterianas em aves. O uso contínuo e muitas vezes indiscriminado desse fármaco tem favorecido o surgimento e disseminação de cepas bacterianas resistentes, comprometendo a eficácia terapêutica e representando riscos à segurança alimentar e à sustentabilidade produtiva. Este trabalho, desenvolvido em formato de revisão bibliográfica, teve como objetivo reunir e analisar informações científicas sobre o uso da sulfamicina na avicultura e sua relação com o desenvolvimento da resistência antimicrobiana. Foram consultadas bases de dados nacionais e internacionais, abrangendo artigos, dissertações e documentos oficiais que abordam os mecanismos de resistência, os microrganismos envolvidos e os impactos sob o enfoque da Saúde Única (One Health). Os resultados indicam que a resistência à sulfamicina decorre de mutações genéticas, transferência de genes e práticas inadequadas de manejo, acarretando prejuízos sanitários, econômicos e ambientais. Evidencia-se, portanto, a necessidade de estratégias integradas de controle, baseadas no uso racional de antimicrobianos, na biossegurança e na adoção de alternativas terapêuticas como probióticos, fitoterápicos e vacinas. Conclui-se que o enfrentamento da resistência antimicrobiana exige esforços conjuntos entre os setores público, produtivo e científico, visando uma avicultura mais sustentável e alinhada ao conceito de Saúde Única.

**Palavras-chave:** Antimicrobianos; avicultura; One Health; saúde pública; Sulfamicina.

### **ABSTRACT**

Antimicrobial resistance stands out as one of the greatest challenges to public, animal, and environmental health, especially due to the intensive use of drugs in poultry

---

1 Gabryella Romany Ferreira do 10º Período do curso de medicina veterinária pelo Centro Universitário Mais - UNIMAIS. E-mail: [gabryella@aluno.facmais.edu.br](mailto:gabryella@aluno.facmais.edu.br)

2 João Victor Neto Vilas Boas do 10º Período do curso de medicina veterinária pelo Centro Universitário Mais - UNIMAIS. E-mail: [joaov@aluno.facmais.edu.br](mailto:joaov@aluno.facmais.edu.br)

3 Luis fernando Duarte Albuquerque; Professor do curso de medicina veterinária pelo Centro Universitário Mais – UNIMAIS. E-mail: [luisduarte@facmais.edu.br](mailto:luisduarte@facmais.edu.br)

production. Among the most commonly used antimicrobials is sulfamycin, a member of the sulfonamide group, widely employed in the treatment and prevention of bacterial infections in birds. The continuous and often indiscriminate use of this drug has favored the emergence and spread of resistant bacterial strains, compromising therapeutic efficacy and posing risks to food safety and sustainable production. This study, developed as a literature review, aimed to gather and analyze scientific information regarding the use of sulfamycin in poultry and its relationship with the development of antimicrobial resistance. National and international databases were consulted, including articles, dissertations, and official documents addressing resistance mechanisms, the main microorganisms involved, and the impacts under the One Health approach. The results indicate that resistance to sulfamycin arises from genetic mutations, gene transfer, and inadequate management practices, leading to sanitary, economic, and environmental losses. Therefore, it is evident that integrated control strategies are required, based on the rational use of antimicrobials, biosafety measures, and the adoption of alternative therapies such as probiotics, herbal medicines, and vaccines. It is concluded that combating antimicrobial resistance demands coordinated efforts among public, productive, and scientific sectors, aiming for a more sustainable poultry industry aligned with the One Health concept.

**Keywords:** Antimicrobials; poultry farming; One Health; public health; sulfamycin.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de antimicrobianos na produção animal teve início em meados da década de 1940, quando os primeiros antibióticos começaram a ser empregados de forma sistemática na pecuária (Aarestrup, 2005; Landers *et al.*, 2012). Desde então, esses fármacos se consolidaram como ferramentas indispensáveis no tratamento e prevenção de doenças, possibilitando avanços expressivos na produtividade e no bem-estar dos animais. Na avicultura, seu uso foi rapidamente incorporado, inicialmente com o objetivo de reduzir a mortalidade e melhorar o desempenho produtivo das aves, favorecendo o desenvolvimento de um dos setores mais competitivos do agronegócio mundial (Oliveira; Silva, 2020).

No Brasil, a avicultura industrial cresceu de forma acelerada a partir da segunda metade do século XX, tornando-se uma das principais atividades econômicas do agronegócio (MAPA 2022). Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2023), o país é atualmente o maior exportador mundial de carne de frango e o segundo maior produtor, sendo superado apenas pelos Estados Unidos. Vale destacar que o consumo interno também é expressivo, com média de 45 kg de carne de frango por habitante/ano, consolidando o produto como um dos mais importantes da dieta nacional. Esse protagonismo evidencia a relevância sanitária do setor, que deve atender não apenas às exigências de produtividade, mas também às demandas de saúde pública e de mercados internacionais cada vez mais rigorosos (Molnar *et al.*, 2020).

Paralelo a isso, a preocupação mundial com a resistência antimicrobiana, reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma das maiores ameaças globais à saúde humana e animal, cresceu de forma considerável. Estima-se que, caso medidas eficazes não sejam tomadas, até 10 milhões de pessoas poderão morrer anualmente até 2050 em decorrência de infecções por bactérias resistentes (WHO, 2023). No contexto da avicultura, essa problemática é ainda mais evidente, já

que microrganismos zoonóticos como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. circulam facilmente entre animais, ambiente e seres humanos (Molnar *et al.*, 2020; Biswas *et al.*, 2021).

Entre os antimicrobianos utilizados nesse setor, as sulfonamidas merecem destaque histórico, por terem sido os primeiros quimioterápicos eficazes na medicina humana e veterinária (Barros Veloso, 2006; Górnaiak, 2017). Dentro desse grupo, a sulfamicina continua sendo amplamente empregada no tratamento de infecções em aves, principalmente de origem entérica e respiratória. Apesar de sua eficácia, estudos recentes têm demonstrado aumento da resistência bacteriana frente ao uso contínuo desse fármaco, o que compromete os resultados terapêuticos e eleva os riscos para a saúde pública (Biswas *et al.*, 2021).

É nesse cenário que o conceito de Saúde Única (One Health) se torna essencial, reconhecendo a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental. A resistência antimicrobiana estende-se por todo o mundo, sem restrições geográficas ou biológicas os quais microrganismos resistentes podem ser disseminados pelo contato direto, pelo consumo de alimentos de origem animal ou até mesmo pela contaminação do solo e da água (FAO; OMS; OIE, 2015). Assim, compreender o uso da sulfamicina e seus impactos na resistência antimicrobiana dentro da avicultura é fundamental para promover práticas de manejo mais racionais e seguras.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo revisar e discutir a literatura científica disponível sobre o uso da sulfamicina em aves, seus impactos no desenvolvimento da resistência antimicrobiana e as alternativas para a redução do uso indiscriminado de antibióticos na avicultura. Além disso, a pesquisa busca contribuir para a conscientização de profissionais, produtores e sociedade em geral, reforçando a importância do uso racional de antimicrobianos como estratégia essencial para a preservação da saúde única e da sustentabilidade produtiva.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa ora apresentada, trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa, elaborada a partir da seleção de artigos científicos, dissertações, teses, livros e documentos oficiais relacionados ao uso de antimicrobianos na avicultura, com ênfase na utilização da sulfamicina e no desenvolvimento da resistência bacteriana.

A busca foi realizada em bases de dados nacionais e internacionais, incluindo *Google Acadêmico*, *Scielo*, *PubMed* e *ScienceDirect*, além de documentos disponibilizados por órgãos oficiais como Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA/OIE) e Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA).

Foram utilizados descritores em português e inglês, tais como: “resistência antimicrobiana”, “sulfamicina”, “sulfonamidas em avicultura”, “avicultura caipira”, “uso de antibióticos em aves”, “antimicrobial resistance in poultry” e “sulfamethazine resistance”.

Como critérios de inclusão, foram selecionados trabalhos publicados entre 2000 e 2025, que abordassem diretamente o uso de antimicrobianos em aves, os mecanismos de resistência bacteriana e os impactos à saúde pública e ambiental. Trabalhos fora do período estabelecido, que não apresentavam relação direta com a temática ou que não estavam disponíveis em texto completo foram excluídos.

Após a triagem, os estudos foram organizados e analisados de forma crítica e comparativa, buscando identificar pontos de convergência e divergência entre os

autores, bem como lacunas de conhecimento na literatura. Os resultados da revisão foram estruturados em tópicos temáticos para facilitar a compreensão e discussão do tema.

### **3. USO DE ANTIMICROBIANOS E RESISTÊNCIA BACTERIANA NA AVICULTURA**

#### **3.1 Antimicrobianos na produção animal**

O uso de antimicrobianos na produção animal representa um marco para a pecuária moderna. Esses fármacos possibilitaram a redução de mortalidade, melhoria do ganho de peso e aumento da eficiência alimentar (Aarestrup, 2005). Segundo Oliveira e Silva (2020), os antibióticos são empregados de três formas principais: terapêutica, para o tratamento de enfermidades já instaladas; profilática, como forma de prevenção de surtos; e como promotores de crescimento, prática comum até a década de 2000 em diversos países.

Devido à crescente preocupação com a resistência antimicrobiana, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu, desde 1998, restrições ao uso de diversos princípios ativos, como avoparcina, cloranfenicol, anfenícois, tetraciclina, quinolonas e sulfonamidas. Apesar disso, o uso terapêutico e profilático ainda é frequente, sobretudo em pequenas e médias propriedades, onde há carência de registros sistematizados (Silva; Cardoso, 2021).

Entre os antimicrobianos mais utilizados em aves estão as tetraciclina, sulfonamidas, macrolídeos, aminoglicosídeos e quinolonas, todos suscetíveis ao desenvolvimento de resistência quando empregados inadequadamente (Górniak, 2017). Relatórios da FAO (2021) indicam que países com fiscalização rigorosa e políticas de uso racional reduziram significativamente os índices de resistência, em contrapartida, regiões com controle falho apresentam maior ocorrência de patógenos multirresistentes, ameaçando a produção e a saúde pública.

#### **3.2. Sulfonamidas e o uso da sulfamicina em aves**

Segundo Barros Veloso (2006), as sulfonamidas foram os primeiros agentes quimioterápicos eficazes utilizados contra infecções bacterianas, precedendo a descoberta da penicilina. A introdução desse fármaco na década de 1930, marcou uma revolução na medicina, contribuindo significativamente para a redução da mortalidade por doenças infecciosas.

As sulfonamidas mantêm sua importância na medicina veterinária, principalmente em países em desenvolvimento. A sulfamicina, uma das representantes desse grupo, é amplamente empregada em aves por sua ação contra bactérias entéricas e por ser economicamente viável. Seu mecanismo de ação envolve a inibição da enzima di-hidropteroato sintase, impedindo a síntese de ácido fólico e o crescimento bacteriano, conforme aponta Górniak (2017).

Na avicultura, a sulfamicina é utilizada especialmente no tratamento de colibacilose aviária, causada por *Escherichia coli*, e em casos de salmonelose, ocasionados por *Salmonella* spp. Cabe destacar ainda que é empregada contra algumas doenças respiratórias bacterianas, contudo quando usada sem orientação técnica, pode selecionar cepas resistentes, tornando os tratamentos ineficazes (Sanfer Salud Animal, 2022).

Estudos internacionais, como de Biswas *et al.* (2021), relatam índices crescentes de resistência à sulfamicina em isolados de *E. coli* provenientes de frangos de corte, reforçando a necessidade de uso criterioso.

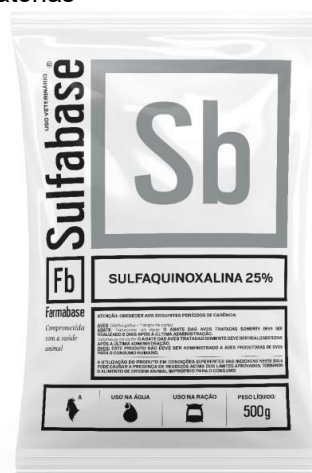
Produtos comerciais como a Sulfamicina®, que combina sulfadimetoxina e neomicina, e outras formulações contendo sulfametoxazol, sulfadiazina ou sulfaquinoxalina, estão disponíveis no mercado veterinário em apresentações líquidas (Figura 1) e em pó (Figura 2), destinadas a aves de produção. As soluções líquidas são geralmente administradas via água, permitindo tratamento coletivo de forma prática e homogênea, enquanto os pós podem ser misturados à ração ou dissolvidos na água, dependendo do manejo adotado (Ibasa, 2023; Farmabase, 2025).

**Figura 1-** Sulfamicina® (Ibasa), solução líquida veterinária, disponível comercialmente em frascos de 20 mL, 50 mL ou 100 mL, utilizada para administração via água em aves de produção para prevenção e tratamento de infecções bacterianas



Fonte: Ibasa, 2023.

**Figura 2 -** Sulfabase® Sulfaquinoxalina, pó solúvel veterinário, disponível comercialmente para mistura em ração ou diluição em água, utilizado em aves de produção para prevenção e tratamento de infecções bacterianas intestinais e respiratórias



Fonte: Farmabase, 2025.

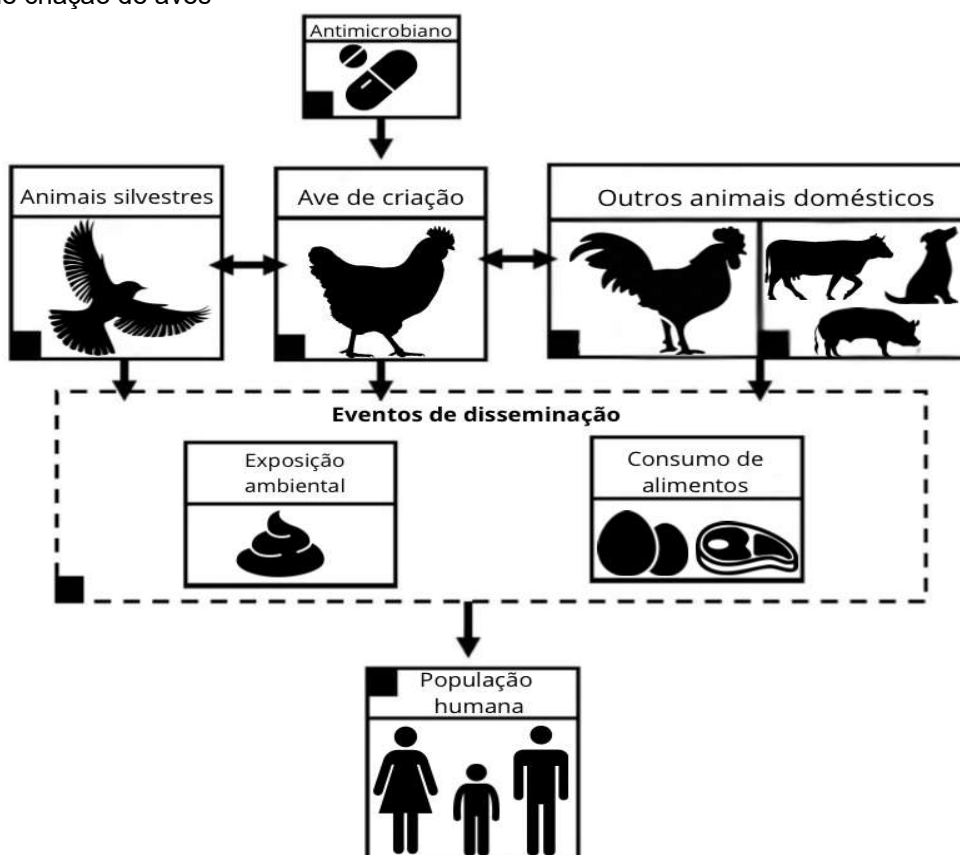
### 3.3. Resistência antimicrobiana

A resistência antimicrobiana representa um dos maiores desafios da saúde pública e da medicina veterinária contemporânea, sendo considerada uma ameaça global à segurança alimentar e à saúde humana e animal (WHO, 2015; FAO; OMS; OIE, 2015; MAPA, 2022). No contexto da avicultura, o uso frequente de antimicrobianos, como as sulfonamidas, exerce intensa pressão seletiva sobre a

microbiota, favorecendo a seleção e disseminação de microrganismos resistentes, essa dinâmica pode ser observada na Figura 3, que esquematiza os eventos envolvidos na disseminação da resistência antimicrobiana (Górniak 2017; Hoch; Wright 2019; Hedman *et al.*, 2020).

Do ponto de vista microbiológico, a resistência antimicrobiana pode ser adquirida por diferentes mecanismos celulares, que permitem às bactérias sobreviver, proliferar e transferir genes de resistência mesmo na presença de substâncias antimicrobianas antes eficazes (Prescott *et al.*, 2014; Górniak, 2017; Silva; Cardoso, 2021).

**Figura 3** - Esquema dos eventos envolvidos na disseminação da resistência antimicrobiana em sistemas de criação de aves



**Fonte:** Adaptada de: Hedman, H. D.; Vasco, K. A.; Zhang, L. *A Review of Antimicrobial Resistance in Poultry Farming within Low-Resource Settings*. *Animals*, 2020. MDPI.

### 3.3.1 Tipos de resistência antimicrobiana

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2020) a resistência antimicrobiana pode ser classificada em diferentes tipos, de acordo com a origem e o modo como as bactérias desenvolvem essa capacidade. Entre as principais categorias estão:

#### A. Resistência Intrínseca

A resistência intrínseca consiste na capacidade natural e inata de certas bactérias resistirem a antimicrobianos, independente de exposição prévia. Essa característica está relacionada a propriedades estruturais e fisiológicas próprias da bactéria, como a ausência do sítio-alvo do antibiótico ou barreiras que impedem sua

penetração (Abrantes, 2021). Por exemplo, bactérias gram-negativas possuem membranas externas que dificultam a entrada de várias classes de antibióticos (Dalmolin, 2022).

#### B. Resistência Adquirida

A resistência adquirida ocorre quando bactérias inicialmente sensíveis desenvolvem capacidade de resistir a antimicrobianos, por meio de mutações cromossômicas ou aquisição de material genético externo via plasmídeos, transposons ou integrons (Abrantes, 2021). Essas alterações podem modificar o alvo do antibiótico, aumentar a degradação do fármaco ou impedir sua entrada na célula (Dalmolin, 2022). Essa forma de resistência é preocupante porque pode ser rapidamente disseminada entre diferentes bactérias, dificultando o tratamento e o controle das infecções (Abrantes, 2021).

#### C. Resistência Cruzada

A resistência cruzada ocorre quando um único mecanismo de resistência confere proteção contra múltiplos antimicrobianos, geralmente dentro da mesma classe ou com modo de ação similar, por exemplo, mutações que alteram enzimas-alvo podem gerar resistência a várias sulfonamidas ou betalactâmicos (Figueiredo *et al.*, 2007). Esse fenômeno restringe a eficácia das opções terapêuticas, exigindo maior cuidado na seleção de antibióticos para evitar falhas no tratamento (Brasil, 2023).

#### D. Resistência Múltipla

Resistência múltipla refere-se à condição em que uma bactéria possui vários mecanismos que a tornam resistente a diferentes classes de antimicrobianos simultaneamente (Figueiredo *et al.*, 2007). Bactérias multirresistentes, como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. isoladas de aves, constituem um sério problema em saúde pública e veterinária, reduzindo as opções terapêuticas e aumentando os riscos de propagação (Brasil, 2023).

### 3.4. Mecanismos de resistência à sulfamicina

O uso prolongado e muitas vezes indiscriminado da sulfamicina na avicultura tem favorecido o surgimento de cepas bacterianas resistentes, representando um desafio crescente para a sanidade animal e a saúde pública (Biswas *et al.*, 2021; Molnar *et al.*, 2020). De maneira análoga, isso ocorre também com outras sulfonamidas, a resistência à sulfamicina não se limita a um único processo, mas resulta da combinação de diferentes estratégias adaptativas desenvolvidas pelas bactérias (Górniak, 2017; Prescott *et al.*, 2014).

Esses mecanismos conferem maior capacidade de sobrevivência mesmo na presença do fármaco, comprometendo a eficácia terapêutica e favorecendo a disseminação de genes de resistência entre populações bacterianas distintas, inclusive com potencial de transmissão entre animais, humanos e ambiente (FAO; OMS; OIE, 2015; Silva; Cardoso, 2021).

Com isso, torna-se essencial compreender os principais mecanismos celulares envolvidos, uma vez que o conhecimento sobre essas alterações permite não apenas explicar a falha clínica em tratamentos convencionais, mas também reforça a

necessidade de uso criterioso da sulfamicina em sistemas produtivos (Górniak, 2017; Molnar *et al.*, 2020).

### 3.4.1 Mecanismos celulares de resistência

#### 3.4.1.1 Mutação genética na enzima alvo

O mecanismo de ação da sulfamicina, assim como das demais sulfonamidas, é caracterizado por seu efeito bacteriostático, atuando na inibição da síntese de ácido fólico das bactérias (Górniak, 2017). Essas drogas são análogas estruturais ao ácido para-aminobenzoico (PABA), permitindo a competição com esse substrato pela enzima dihidropteroato sintase (DHPS), que é essencial para a síntese do ácido fólico, molécula fundamental para a replicação do DNA bacteriano (Hoch, 2019). E consequentemente, interrompendo a multiplicação celular (Górniak, 2017). No entanto, mutações nos genes que codificam a DHPS podem resultar em alterações conformacionais na enzima, reduzindo a afinidade da sulfonamida pelo seu alvo e diminuindo a eficácia terapêutica (Hoch; Wright, 2019).

#### 3.4.1.2 Superprodução de PABA

Outro mecanismo bem descrito é a superprodução de ácido para-aminobenzoico (PABA), o substrato natural da DHPS. Como as sulfonamidas são análogas estruturais do PABA, o aumento da concentração deste no meio intracelular promove a sua ligação preferencial à enzima, diminuindo a ação do fármaco por competição (Górniak, 2017).

#### 3.4.1.3 Redução da permeabilidade celular

Algumas bactérias, principalmente Gram-negativas, tornam-se resistentes por modificações na permeabilidade da membrana externa, dificultando a entrada do antibiótico. Essas alterações ocorrem, geralmente, por mutações nos canais de porinas ou pela mudança na composição lipídica da membrana, limitando o acesso do fármaco ao seu alvo intracelular (Hoch; Wright, 2019).

#### 3.4.1.4 Bombas de efluxo

As bombas de efluxo são proteínas transmembranares que eliminam ativamente compostos tóxicos do interior da célula. A superexpressão dessas bombas em algumas cepas bacterianas confere resistência ao reduzir a concentração intracelular da sulfonamida abaixo do nível terapêutico, impedindo sua ação efetiva (Molnar *et al.*, 2020). Esse mecanismo também contribui para resistência cruzada a múltiplas classes de antimicrobianos (Prescott *et al.*, 2014; Górniak, 2017; Silva; Cardoso, 2021).

#### 3.4.1.5 Transferência horizontal de genes

A transferência de genes de resistência por plasmídeos representa um dos mecanismos mais preocupantes. Genes que codificam enzimas modificadas, bombas de efluxo ou variantes de enzimas-alvo são frequentemente localizados em plasmídeos, integrons ou transposons. Esses elementos genéticos móveis facilitam a



disseminação rápida da resistência entre diferentes espécies bacterianas, inclusive entre bactérias comensais e patogênicas (Górniak, 2017).

### 3.4.2 Impactos da resistência antimicrobiana

Os efeitos da resistência antimicrobiana extrapolam a saúde animal, impactando diretamente a saúde pública e o meio ambiente. Alimentos como carne e ovos podem conter resíduos de antimicrobianos ou bactérias resistentes, representando risco para o consumidor (Molnar *et al.*, 2020).

O uso de antimicrobianos em aves poedeiras e matrizes pode comprometer tanto a qualidade dos ovos quanto a saúde dos pintainhos. Estudos apontam que resíduos desses medicamentos podem se acumular na clara e na gema, representando risco à saúde pública e podendo interferir na viabilidade embrionária (Silva *et al.*, 2020). Além disso, a exposição precoce a antimicrobianos pode alterar a microbiota intestinal dos pintainhos, reduzindo sua imunidade e favorecendo a seleção de bactérias resistentes, o que resulta em menor desempenho zootécnico e maior mortalidade inicial (Oliveira; Santos, 2019).

Do ponto de vista econômico, a presença de resíduos antimicrobianos em alimentos pode comprometer exportações agropecuárias, especialmente para mercados internacionais com regulamentações rigorosas. Nesse cenário, a resistência representa não apenas uma questão de saúde, mas também uma ameaça à segurança alimentar e ao comércio global (FAO; OIE; OMS, 2015).

Dada a complexidade do problema, a resistência antimicrobiana deve ser abordada sob o paradigma da Saúde Única (One Health), que reconhece a interconexão entre a saúde humana, animal e ambiental. Estratégias eficazes devem incluir: uso racional e controlado de antibióticos na produção animal; programas de vigilância de resíduos em alimentos; monitoramento ambiental da resistência; políticas públicas voltadas à biossegurança; educação sanitária e capacitação técnica de profissionais do setor. Essa abordagem integrada é fundamental para mitigar os impactos da resistência e preservar a eficácia dos antimicrobianos para as futuras gerações (FAO; OMS; OIE, 2015; WHO, 2015; MAPA, 2022).

#### 3.4.2.1. Efeitos específicos da resistência à sulfamicina

A resistência à sulfamicina traz consequências que vão muito além da simples perda de eficácia terapêutica em aves, configurando-se como um desafio de ordem sanitária, produtiva e de saúde pública (Górniak, 2017; Silva; Cardoso, 2021). Sob a perspectiva clínica e zootécnica, a falha no tratamento de doenças como a colibacilose resulta em aumento da mortalidade, menor ganho de peso e pior conversão alimentar, o que impacta diretamente os custos de produção (Berchieri Júnior *et al.*, 2009; Molnar *et al.*, 2020; Silva; Cardoso, 2021). Em casos graves, pode levar à necessidade de substituição por antibióticos mais caros ou menos disponíveis (Górniak, 2017).

Vale ressaltar que na saúde pública, a situação é ainda mais preocupante: cepas de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. resistentes podem chegar ao consumidor final por meio de carne, ovos ou contato direto com aves infectadas (Biswas *et al.*, 2021; FAO, 2021). Isso significa que pessoas podem desenvolver infecções de difícil tratamento, já que muitas vezes os genes de resistência conferem resistência cruzada a outras sulfonamidas ou até a antibióticos de diferentes classes (Prescott *et al.*, 2014; Wright, 2019).

Outro aspecto relevante é o impacto ambiental, uma vez que, aves tratadas excretam tanto resíduos de sulfamicina quanto bactérias resistentes em suas fezes, que acabam contaminando o solo, a água e até fertilizantes orgânicos, funcionando como um reservatório ambiental de resistência (FAO; OMS; OIE, 2015; Molnar *et al.*, 2020). Esse ciclo de disseminação amplia o risco de transmissão para outros animais e humanos, configurando uma ameaça direta ao conceito de Saúde Única (WHO, 2015; MAPA, 2022).

### **3.5 Avicultura e desafios sanitários**

O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial da avicultura, sendo o maior exportador de carne de frango e um dos principais produtores globais. Em 2023, a produção nacional ultrapassou 14 milhões de toneladas, das quais mais de 30% foram destinadas ao mercado externo (Abpa, 2023). Esse desempenho expressivo, entretanto, impõe elevados padrões sanitários e produtivos, os quais frequentemente resultam na utilização intensiva de antimicrobianos como medida profilática e terapêutica (Silva *et al.*, 2019; Molnar *et al.*, 2020).

Todavia, apesar dos avanços em biossegurança, vacinação e manejo, o uso de antibióticos ainda ocorre de forma inadequada em muitas granjas, tanto em sistemas convencionais quanto alternativos (Molnar *et al.*, 2020; Silva; Cardoso, 2021; FAO, 2021). Segundo Silva *et al.* (2019), é comum o uso preventivo de antimicrobianos sem prescrição veterinária, prática que favorece o desenvolvimento e disseminação de bactérias resistentes, além de comprometer a eficácia dos tratamentos disponíveis.

Além da avicultura industrial, os sistemas alternativos, como a avicultura caipira, orgânica ou de base agroecológica, também enfrentam desafios sanitários relevantes. Muitas dessas produções ocorrem em pequenas propriedades, sem assistência técnica contínua, com infraestrutura limitada e sem acesso a diagnósticos laboratoriais (Silva *et al.*, 2019). Nesses contextos, a automedicação com antibióticos é ainda mais crítica, favorecendo a seleção de cepas resistentes que podem ser transferidas para o meio ambiente e, eventualmente, para o homem (Molnar *et al.*, 2020).

A ausência de controle rigoroso em sistemas não-industriais contribui para a manutenção de reservatórios de resistência antimicrobiana, comprometendo os esforços globais de mitigação e controle. Portanto, políticas públicas devem contemplar todos os sistemas produtivos, promovendo a educação sanitária, o acesso a alternativas terapêuticas e o fortalecimento da vigilância epidemiológica (Silva *et al.*, 2019).

### **3.6 Alternativas ao uso indiscriminado de antibióticos**

Diante do avanço da resistência antimicrobiana e das restrições cada vez mais rígidas ao uso de antibióticos na produção animal, diversas estratégias têm sido desenvolvidas com o objetivo de manter a sanidade e o desempenho zootécnico das aves, reduzindo a dependência de antimicrobianos tradicionais. Essas alternativas, conforme descrição abaixo, se alinham à proposta de produção mais sustentável, segura e integrada ao conceito de Saúde Única (One Health) (FAO, 2021; Biswas *et al.*, 2021; MAPA 2022).

### 3.6.1 Probióticos e prebióticos

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro, principalmente por meio do equilíbrio da microbiota intestinal (FAO; WHO, 2006). Ao colonizarem o trato digestório, inibem a adesão de patógenos, modulam a resposta imune local e melhoram a absorção de nutrientes (Sanders *et al.*, 2013). Os prebióticos, por sua vez, são substratos não digeríveis que estimulam seletivamente o crescimento de bactérias benéficas já presentes no intestino, como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Juntos, probióticos e prebióticos promovem melhor resposta imune, redução da incidência de enterites e menor necessidade de tratamentos com antibióticos (Lima; Pereira, 2022).

### 3.6.2 Fitoterápicos

Produtos de origem vegetal, como extratos e óleos essenciais, têm ganhado destaque como antimicrobianos naturais na avicultura. Substâncias extraídas de plantas como alho (*Allium sativum*), orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*) apresentam compostos fenólicos, como carvacrol e timol, com reconhecida atividade antimicrobiana, antifúngica e anti-inflamatória. Além de atuarem diretamente contra patógenos, esses fitoterápicos podem estimular o sistema imune das aves, melhorar o metabolismo e contribuir para o ganho de peso e conversão alimentar, funcionando como promotores de crescimento naturais (Carvalho; Souza, 2019).

### 3.6.3 Vacinas

A vacinação é uma ferramenta preventiva de grande importância na redução do uso de antibióticos. Vacinas comerciais contra *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* já estão disponíveis no mercado e têm se mostrado eficazes na redução da mortalidade, da morbidade e da necessidade de intervenções medicamentosas em lotes infectados (MAPA, 2022). A adoção de programas de imunização adequados ao ciclo produtivo das aves e às condições sanitárias da granja contribui significativamente para a biossegurança do plantel e para a redução da pressão seletiva por antimicrobianos (Berchieri Júnior *et al.*, 2009; FAO, 2021; MAPA, 2022).

### 3.6.4 Biossegurança e manejo sanitário

Nos termos de Silva; Cardoso (2021), medidas de biossegurança e boas práticas de manejo são fundamentais para prevenir a entrada e disseminação de agentes patogênicos. Tais medidas, quando corretamente aplicadas, reduzem drasticamente a incidência de doenças, diminuindo a necessidade de intervenções com antibióticos e melhorando o desempenho produtivo dos lotes. Entre as principais ações destacam-se:

- higienização e desinfecção periódica das instalações;
- controle rigoroso de visitantes e veículos;
- fornecimento de água tratada e alimentação de qualidade;
- isolamento de lotes e manejo adequado da cama.

### 3.6.5 Experiências internacionais e cenário nacional

Diversos países europeus, como Dinamarca, Suécia e Holanda, já implementaram programas nacionais para redução do uso de antibióticos na produção animal. Estes programas combinam incentivos à adoção de boas práticas, monitoramento de resíduos, vigilância da resistência e penalizações para uso indiscriminado. Como resultado, esses países conseguiram reduzir significativamente o consumo de antibióticos sem prejuízos à produtividade ou ao bem-estar animal (Aarestrup, 2015; Van Boeckel et al., 2015; FAO, 2021).

No Brasil, embora iniciativas semelhantes estejam em andamento, como o Plano de Ação Nacional para Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos (PAN-BR), os avanços ainda enfrentam desafios operacionais, especialmente em pequenas e médias propriedades, que frequentemente carecem de infraestrutura, assistência técnica e acesso a alternativas viáveis (BRASIL, 2018; Silva; Cardoso, 2021; MAPA, 2022).

### 3.7 Principais enfermidades Bacterianas em aves

As aves comerciais estão suscetíveis a uma série de enfermidades bacterianas que afetam seu desempenho produtivo e representam riscos à saúde pública e à segurança alimentar. Essas infecções exigem atenção especial devido ao seu impacto econômico, alta transmissibilidade e, em muitos casos, ao potencial zoonótico (Silva et al., 2019; Molnar et al., 2020). A seguir, destacam-se as principais enfermidades bacterianas que acometem a avicultura brasileira.

#### I. Colibacilose

Causada por cepas patogênicas de *Escherichia coli*, a colibacilose é uma das doenças bacterianas mais prevalentes na avicultura. Acomete principalmente frangos de corte e poedeiras comerciais, causando septicemia, pericardite, perihepatite e aerossaculite, além de mortalidade significativa em pintainhos (Molnar et al., 2020).

#### II. Salmonelose

A salmonelose é provocada por diversas sorovariedades de *Salmonella enterica*, como *S. enteritidis* e *S. typhimurium*. Trata-se de uma doença de notificação obrigatória e de importância mundial, tanto por seu impacto produtivo quanto pelo potencial zoonótico, sendo frequentemente associada a surtos alimentares em humanos (Silva et al., 2019).

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura científica analisada demonstra consenso internacional entre os autores quanto à gravidade da resistência antimicrobiana, com foco na utilização da sulfamicina na produção de aves, destacando os impactos do uso indiscriminado desse antimicrobiano na emergência de cepas bacterianas resistentes. Por meio de uma revisão bibliográfica, foi possível compreender os mecanismos de resistência, os riscos à saúde pública, ambiental e animal, e a importância de uma abordagem integrada sob o paradigma da Saúde Única (One Health).

Os principais resultados revelaram que o uso excessivo e não racional da sulfamicina favorece a seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes,

comprometendo a eficácia dos tratamentos e colocando em risco a saúde dos consumidores e do meio ambiente. Os dados indicam também que práticas de manejo inadequadas, a falta de fiscalização eficiente e o desconhecimento técnico contribuem significativamente para a persistência dessa problemática.

Apesar dos avanços regulatórios recentes, a fragilidade da fiscalização e a ausência de estratégias de gestão integrada ainda favorecem a manutenção de reservatórios de resistência, especialmente em pequenos sistemas produtivos e contextos informais. Assim, a implementação de práticas sustentáveis de manejo, com ênfase na redução do uso de antimicrobianos, é urgente e essencial.

Recomenda-se, portanto, a adoção de estratégias inovadoras e integradas, como a implantação de programas de vigilância microbiológica e de resíduos, o estímulo ao uso de alternativas terapêuticas naturais, o fortalecimento da biossegurança e a capacitação contínua dos envolvidos na cadeia produtiva. Além disso, é fundamental investir em pesquisa de novas tecnologias, como vacinas mais eficazes, terapias genéticas e o uso de bacteriófagos, ampliando o arsenal de ferramentas para o controle de doenças infecciosas.

A adoção dessas medidas, aliada a políticas públicas firmes, regulamentos rigorosos e educação sanitária contínua, constitui a base para o controle efetivo da resistência antimicrobiana e para a promoção de uma produção animal mais sustentável, ética e segura. Somente por meio de um esforço conjunto será possível preservar a eficácia dos antimicrobianos e garantir a saúde global, atendendo às necessidades atuais sem comprometer o bem-estar das futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

AARESTRUP, F. M. Veterinary drug usage and antimicrobial resistance in bacteria of animal origin. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, v. 96, n. 4, p. 271–281, 2005.

AARESTRUP, F. M. The livestock reservoir for antimicrobial resistance: a personal view on changing patterns of risks, effects of interventions and the way forward. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 370, n. 1670, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0084>. Acesso em: 15 out. 2025.

ABRANTES, ANTONIO; NOGUEIRA, ROCHA. Resistência bacteriana aos antimicrobianos: uma revisão das principais espécies envolvidas em processos infecciosos / Bacterial resistance to antimicrobials: a review of the main species involved in infectious processes. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, [S. l.], v. 53, n. 3, p. 219–223, 30 set. 2021. Disponível em: <https://lilacs.bvsalud.org/resource/pt/biblio-1368021/>. Acesso em: 18 out. 2025.

BARROS VELOSO, J. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

BERCHIERI JÚNIOR, A. *et al.* Doenças das aves. 2. ed. Campinas: FACTA, 2009. BISWAS, S. *et al.* Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from poultry: a global public health concern. **Journal of Applied Microbiology**, v. 130, n. 6, p. 2091–2104, 2021.

BISWAS, S. *et al.* Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from poultry: a global public health concern. **Journal of Applied Microbiology**, v. 130, n. 6, p. 2091–2104, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jam.14944>. Acesso em: 29 out. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Microbiologia clínica para o controle de infecção relacionada à assistência à saúde: módulo 10** Detecção dos principais mecanismos de resistência bacteriana aos antimicrobianos pelo laboratório de microbiologia clínica. Brasília, DF: ANVISA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>. Acesso em: 15 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos (PAN-BR)**. Brasília: MS, 2018.

BRASIL. Resistência cruzada antimicrobiana entre isolados de *Pseudomonas aeruginosa* em unidades de terapia intensiva brasileiras. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, 2023. Disponível em: <https://www.bjid.org.br/en-resistencia-cruzada-antimicrobiana-entre-isolados-articulo-S141386702300137X>. Acesso em: 15 out. 2025.

CARVALHO, T. P.; SOUZA, M. C. Produção sustentável e demanda de mercado na avicultura caipira. **Revista Agropecuária Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 33-41, 2019.

DALMOLIN, J.; NAKANO, R. L.; MARCUSO, P.; BOLETA-CERANTO, D. de. C. F.; COGO, J.; MELO, P. G. B. de.; ZARDETO, G. Mecanismos de expressão de resistência aos antibióticos e saúde pública. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*. Umuarama. v. 26, n. 3, p. 681-692, set./dez. 2022. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/download/8851/4322>. Acesso em: 25 out. 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2021–2025**. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/publications>. Acesso em: 18 set. 2025.

FAO; OMS; OIE. **Antimicrobial resistance: a manual for developing national action plans**. Rome: FAO, 2015. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i5527e/i5527e.pdf>. Acesso em: 18 set. 2025.

FAO; WHO. **Guidelines for the evaluation of probiotics in food**. London, Ontario, Canada: FAO/WHO, 2006. Disponível em: [https://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/en/probiotic\\_guidelines.pdf](https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf). Acesso em: 13 out. 2025.

FARMABASE. **Sulfabase Sulfaquinoxalina** – pó solúvel para aves. 2025. Disponível em: <https://www.farmabase.com.br/sulfabase>. Acesso em: 29 out. 2025.

FIGUEIREDO, E. A. P. *et al.* *Pseudomonas aeruginosa*: frequência de resistência a múltiplos fármacos e resistência cruzada entre antimicrobianos no Recife/PE. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 4, p. 425–432, 2007. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/v8XmxXDG8Rqk4qvHQvzXvmM/?lang=pt>. Acesso em: 29 out. 2025.

GÓRNIAC, S. L. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

HEDMAN, H. D; VASCO, K. A.; ZHANG, L. A review of antimicrobial resistance in poultry farming within low-resource settings. **Animals**, Basel: MDPI, v. 10, n. 7, p. 1–17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani10071152>. Acesso em: 28 out. 2025.

HOCH, H. C.; WRIGHT, G. D. The evolution and spread of antibiotic resistance genes in bacteria. **Nature Reviews Microbiology**, v. 17, p. 485-496, 2019.

IBASA. **Bula de Sulfamicina – uso oral veterinário**. Porto Alegre: Laboratório Ibasal Ltda., 2023. Disponível em: <https://www.bulario.vet.br/2016/06/bula-sulfamicina-laboratorio-ibasa-ltda.html>. Acesso em: 29 out. 2025.

LANDERS, T. F. *et al.* A review of antibiotic use in food animals: perspective, policy, and potential. **Public Health Reports**, v. 127, n. 1, p. 4–22, 2012.

LIMA, F. J.; PEREIRA, S. M. Uso de probióticos e fitoterápicos na avicultura caipira: alternativas ao uso de antimicrobianos. **Revista de Medicina Veterinária**, v. 28, n. 3, p. 215-223, 2022.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos na Agropecuária**. Brasília: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 13 set. 2025.

MOLNAR, A. K. *et al.* Antimicrobial use and residues in poultry products: risks and regulations. **Poultry Science Journal**, v. 76, n. 3, p. 543–552, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.015>. Acesso em: 18 set. 2025.

OLIVEIRA, J. A.; SILVA, M. R. Uso de antimicrobianos em animais de produção: impactos e desafios. **Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 45–56, 2020.

OPAS/OMS. **Resistência antimicrobiana**. 2025. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/resistencia-antimicrobiana>. Acesso em: 29 out. 2025.

PRESCOTT, J. F. *et al.* **Veterinary Microbiology**. 3. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2014.

SANDERS, M. E. *et al.* Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, London, v. 10, p. 583–592, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2013.146>. Acesso em: 13 out. 2025.

SANFER SALUD ANIMAL. **Uso de sulfonamidas em avicultura**. 2022. Disponível em: <https://sanfersaludanimal.com/biblioteca/aves/uso-de-sulfonamidas-en-avicultura>. Acesso em: 1 abr. 2025.

SILVA, R. L.; CARDOSO, M. I. Resistência antimicrobiana na produção animal: riscos e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 28, n. 1, p. 15–23, 2021.

SILVA, T. M.; COSTA, E. P.; BARROS, A. F. Uso de antimicrobianos em aves criadas em sistemas alternativos e seus impactos na saúde pública. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 4, p. 987-995, 2019.

VAN BOECKEL, T. P. *et al.* Global trends in antimicrobial use in food animals. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 18, p. 5649–5654, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>. Acesso em: 28 out. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global action plan on antimicrobial resistance**. Geneva: WHO, 2015. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>. Acesso em: 18 set. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global action plan on antimicrobial resistance: monitoring and evaluation**. Geneva: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240070226>. Acesso em: 18 set. 2025.