RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA EM ANIMAIS SILVESTRES: IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE ÚNICA

Lara Christ de Castro, Eduarda de Almeida Godoi, Marina Passamani Marçal, Mashal Costa Leme e Felipe Berbari Neto

Universidade Federal do Espírito Santo/ Departamento de Medicina Veterinária/CCAE/UFES, Caixa postal 16, Alto Universitário - 29500-00, Alegre - ES, Brasil, laracastro.lc61@gmail.com, eduarda20.doc@gmail.com, passamanimarina18@gmail.com, marshalcl@gmail.com, berbarineto@hotmail.com

Resumo

A resistência antimicrobiana (RAM) é um dos maiores desafios de saúde global, com impactos que atravessam as esferas humana, veterinária e ambiental. A fauna silvestre ganha destaque como bioindicadora e reservatório de enterobactérias, patógenos multirresistentes (MDR) e genes de resistência (ARGs), refletindo a contaminação antrópica em ambientes naturais e urbanizados. O estudo realizou uma revisão narrativa da literatura da última década sobre a dinâmica da RAM na fauna silvestre e sua relação com a abordagem Saúde Única (One Health). As evidências mostram que aves, mamíferos e répteis carreiam bactérias de relevância médica e veterinária — como E. coli, Salmonella spp., Klebsiella pneumoniae e Staphylococcus aureus —, associadas a ilhas de patogenicidade e elementos genéticos móveis oriundos de efluentes e contaminação urbana/agropecuária. Conclui-se que a integração intersetorial da Saúde Única é essencial para mitigar a disseminação global da resistência antimicrobiana.

Palavras-chave: Resistência antimicrobiana. Fauna silvestre. Saúde Única. Ecovigilância. Determinantes de resistência.

Área do Conhecimento: Ciência da Saúde - Medicina Veterinária.

Introdução

A resistência antimicrobiana (RAM) é reconhecida pela Organização Mundial da Saúde como uma das principais ameaças à saúde global, comprometendo o tratamento de doenças infecciosas e elevando a morbidade, a mortalidade e os custos dos sistemas de saúde. Sua origem está associada ao uso inadequado de antimicrobianos em humanos, animais de produção e medicina veterinária, somado à contaminação ambiental por resíduos farmacêuticos e microrganismos resistentes, favorecendo a seleção e disseminação de bactérias resistentes em diferentes compartimentos ecológicos (AJAYI et al., 2024). Nesse cenário, o conceito de Saúde Única (One Health) evidencia a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental, reconhecendo que a circulação de bactérias resistentes envolve intensa interação entre pessoas, animais domésticos, animais silvestres e o ambiente — interação intensificada pela urbanização, expansão agropecuária, fragmentação de habitats e descarte inadequado de resíduos (BALLASH et al., 2024). Nesse contexto, animais silvestres e aves — historicamente negligenciados — atuam como bioindicadores críticos e reservatórios epidemiológicos da contaminação antrópica, com diversas espécies já identificadas como portadoras de bactérias resistentes de importância clínica, incluindo cepas produtoras de ESBL, resistentes à meticilina e portadoras de genes como mcr-1 e mecA (BALLASH et al., 2024; BENAVIDES et al., 2024; GUARDIA et al., 2024; LI et al., 2024).

As evidências indicam, contudo, que esses animais funcionam principalmente como indicadores da contaminação ambiental de origem antrópica, e não como fonte primária da resistência, o que reforça a urgência de redes de vigilância transdisciplinares que integrem as dimensões humana, animal e o resistoma ambiental (LI et al., 2024; AJAYI et al., 2024). Diante desse contexto, esta revisão tem como objetivo analisar as evidências científicas sobre a resistência antimicrobiana sob a perspectiva da Saúde Única, com foco em animais silvestres como ferramenta essencial para mapear a degradação

ambiental e preencher lacunas na vigilância epidemiológica global. Compreender o papel dessas espécies como sentinelas biológicas permite antecipar rotas de disseminação de superbactérias, avaliar políticas de descarte de resíduos e mitigar riscos antes que patógenos alcancem populações humanas ou domésticas, fundamentando intervenções multidisciplinares integradas.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura científica, realizada com o objetivo de reunir e analisar evidências sobre a resistência antimicrobiana (RAM) em animais silvestres e suas implicações para a abordagem de Saúde Única (One Health).

Foram considerados artigos científicos publicados, preferencialmente, entre 2016 e 2026, indexados em bases de dados reconhecidas internacionalmente, como PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science e SciELO. Complementarmente, foram consultados documentos técnicos de organismos internacionais, quando pertinentes ao tema, como a Organização Mundial da Saúde (WHO), a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH) e a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO).

Os termos de busca empregados, em português e inglês, foram: "resistência antimicrobiana", "animais silvestres", "wildlife", "antimicrobial resistance", "One Health", "wildlife reservoirs", "antibiotic resistance genes" e "multidrug-resistant bacteria". Esses descritores foram combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, de modo a ampliar e refinar a abrangência da busca bibliográfica.

Foram incluídos estudos originais, revisões sistemáticas e revisões narrativas que abordassem a ocorrência de bactérias resistentes em animais silvestres, os mecanismos de disseminação da resistência, a interface entre fauna silvestre, ambiente, animais domésticos e seres humanos, bem como as implicações para a saúde pública e a conservação da biodiversidade. Trabalhos sem revisão por pares, resumos de congressos e estudos sem relação direta com o tema foram excluídos.

Após a seleção dos artigos, realizou-se análise qualitativa dos resultados, organizando-os em categorias temáticas referentes à ocorrência da resistência antimicrobiana na fauna silvestre, aos fatores que favorecem sua disseminação e às estratégias de vigilância sob a perspectiva da Saúde Única.

A seguir, evidenciamos na Tabela 1 - Quadro Metodológico: Consolidação de Clusters e Evidências Científicas, completo e unificado. Ele integra perfeitamente todos os artigos internacionais e nacionais analisados, com sua linha de pesquisa.

Tabela 1 - Quadro Metodológico: Consolidação de Clusters e Evidências Científicas (2016–2026)

Linha de Pesquisa / Foco	Autores e Referências Integradas	Contribuição Teórica e Evidência Científica para a Saúde Única
Ambiente & Resistoma	LARSSON & FLACH (2022); HUTINEL *et al.* (2022); FIOCRUZ / DROGUETTI *et al.* (2021); GUIMARÃES *et al.* (2024).	**Mapeamento de genes de resistência (ARGs) como poluentes:** Análise metagenômica de bacias hidrográficas tropicais, solos, esgotos urbanos e efluentes hospitalares. Demonstra o papel do saneamento deficitário na criação de reatores ambientais de mistura bacteriana.
Clínica Veterinária	BALLASH et al. (2024); WITTUM et al. (2024); LINCOPAN et al. (2019); CERQUEIRA et al. (2023).	**Disseminação em ambientes antropogênicos:** Isolamento fenotípico e sequenciamento de patógenos críticos (E. coli, A. baumannii) em hospitais veterinários, animais de companhia (pets) e sistemas de pecuária intensiva sob forte pressão seletiva de antimicrobianos.
Interface Natural-Clínica	BALLASH *et al.* (2024)	**Disseminação ubiquitária:** Evidencia de forma direta que o tráfego e a dispersão da resistência antimicrobiana (RAM) operam simultaneamente e de forma bidirecional, conectando ecossistemas naturais e ambientes clínicos.
Silvestres & Interface (Spillover)	BENAVIDES et al. (2024); LI et al. (2024); GUARDIA et al. (2024); MANYI-LOH (2018); HEDMAN et al. (2020); SCHAR et al. (2021); MELO et al. (2025).	**A fauna selvagem como elo e reservatório negligenciado:** Perfis de resistência em amostras fecais de aves silvestres/migratórias, mamíferos marinhos e sinantrópicos. O fenômeno de spillover (transbordo) expõe animais sem histórico de tratamento clínico a patógenos de relevância médica humana.
Políticas & Epidemiologia	AJAYI *et al.* (2024) *(Review One Health framework)*; Relatórios GLASS / OMS (2022-2026); MINISTÉRIO DA SAÚDE (PAN-BR RAM).	**Estruturação de marcos regulatórios globais:** Revisões sistemáticas e governança transdisciplinar. Consolida a necessidade analítica e epidemiológica de incluir formalmente a fauna silvestre nas políticas públicas e plataformas de vigilância integrada de Saúde Única.

Fonte: elaborado pelos próprios autores.

Resultados

A resistência antimicrobiana (RAM) deixou de ser um problema restrito a hospitais e sistemas intensivos de produção animal: bactérias resistentes já foram isoladas em animais silvestres de praticamente todos os continentes (BENAVIDES et al., 2024). Diversos grupos taxonômicos — aves migratórias, aves de rapina, mamíferos terrestres, morcegos, primatas, cervídeos, roedores, répteis e mamíferos marinhos — já apresentaram colonização por E. coli, Salmonella enterica, Klebsiella pneumoniae, Enterococcus spp., Pseudomonas aeruginosa e Staphylococcus aureus, muitas vezes multirresistentes, incluindo genes de ESBL, carbapenemases e resistência à colistina (LI et al., 2024). Na maioria dos casos, contudo, esses animais não constituem a origem da resistência, mas hospedeiros ocasionais expostos a ambientes contaminados (BENAVIDES et al., 2024; AJAYI et al., 2024). Essa ocorrência está fortemente associada ao grau de interferência humana sobre os ecossistemas, sendo mais frequente próximo a centros urbanos, propriedades rurais, hospitais, aterros e estações de tratamento de esgoto (BALLASH et al., 2024), em razão do descarte inadequado de efluentes, do uso intensivo de antimicrobianos na produção animal e do contato entre fauna silvestre e animais domésticos (BALLASH et al., 2024; AJAYI et al., 2024).

As aves destacam-se como um dos principais modelos de monitoramento: espécies migratórias podem transportar bactérias resistentes entre países e continentes, enquanto aves oportunistas (pombos, gaivotas, urubus) se expõem a resíduos sólidos e esgoto em ambientes urbanos, sendo consideradas importantes bioindicadoras, embora persistam lacunas sobre sua real contribuição para a disseminação desses microrganismos (GUARDIA et al., 2024). Primatas, morcegos, cervídeos, pequenos carnívoros, roedores, tartarugas, jacarés e serpentes também já apresentaram isolamento de bactérias resistentes, sendo interpretados como sentinelas da qualidade ambiental, e não como fonte primária, já que raramente recebem tratamento antimicrobiano direto (LI et al., 2024; BENAVIDES et al., 2024).

A RAM depende ainda da circulação de genes de resistência transferíveis entre espécies bacterianas por plasmídeos, transposons e integrons; genes ligados a ESBL, cefalosporinas de terceira geração, colistina (mcr) e carbapenêmicos já foram detectados em ecossistemas antes considerados preservados, podendo persistir no ambiente mesmo na ausência das bactérias originalmente portadoras (AJAYI et al., 2024; LI et al., 2024). Sob a ótica da Saúde Única, a fauna silvestre ocupa posição estratégica ao conectar ambientes naturais e antropizados: bactérias resistentes de animais domésticos alcançam solo e água por fezes e resíduos, sendo adquiridas por animais silvestres expostos a esses ambientes, em um fluxo bidirecional que também atinge seres humanos (BALLASH et al., 2024; BENAVIDES et al., 2024).

Discussão

A presença de bactérias resistentes em fauna silvestre é um indicador da disseminação ambiental da RAM, refletindo majoritariamente alterações causadas por atividades humanas, não uma origem primária (BENAVIDES *et al*., 2024; BALLASH *et al*., 2024). Persistem lacunas científicas: predomínio de delineamentos transversais, concentração de estudos em aves, escassez de dados sobre anfíbios e répteis, e ausência de protocolos padronizados de vigilância (LI *et al*., 2024; GUARDIA *et al*., 2024). Sob a Saúde Única, estratégias isoladas de uso racional de antimicrobianos são insuficientes sem políticas integradas de saneamento, gestão de resíduos e vigilância da fauna silvestre (AJAYI *et al*., 2024; BALLASH *et al*., 2024).

Conclusão

A resistência antimicrobiana (RAM) é um dos maiores desafios atuais para a saúde pública, afetando de forma integrada os setores humano, animal e ambiental. As evidências indicam que a fauna silvestre atua principalmente como sentinela da disseminação de bactérias multirresistentes e de genes de resistência, refletindo a pressão antrópica sobre os ecossistemas e evidenciando falhas em saneamento, gestão de resíduos e uso de antimicrobianos. Contudo, o conhecimento sobre o tema ainda é limitado pela concentração de estudos em determinados grupos, pelo predomínio de pesquisas transversais e pela ausência de protocolos padronizados, o que dificulta a compreensão da dinâmica de circulação da resistência e a comparação entre regiões e espécies.

Diante desse cenário, a abordagem de Saúde Única é indispensável para integrar vigilância da fauna silvestre, controle do uso de antimicrobianos, gestão ambiental e conservação dos ecossistemas, sendo recomendável que futuras pesquisas priorizem estudos longitudinais, ampliem a cobertura de espécies e adotem metodologias padronizadas, fortalecendo a vigilância da RAM e subsidiando políticas públicas mais eficazes.

Declaração de Uso de Inteligência Artificial (IA)

Os autores utilizaram o ChatGPT (versão GPT-3o, OpenAI) exclusivamente para suporte de edição, visando aprimorar a clareza e a qualidade gramatical do manuscrito. Todo o texto gerado ou modificado pela ferramenta foi minuciosamente revisado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo conteúdo final deste artigo.

Referências

AJAYI, Ayodele Oluwaseun *et al*. Review of antibiotic-resistant bacteria and antibiotic resistance genes within the one health framework. **Infection Ecology & Epidemiology**, v. 14, n. 1, art. 2312953, 2024. Disponível em: doi.org. Acesso em: 4 ago. 2026.

BALLASH, Gregory A. *et al*. The One Health dissemination of antimicrobial resistance occurs in both natural and clinical environments. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 262, n. 4, p. 1-8, 2024. Disponível em: doi.org. Acesso em: 1 ago. 2026.

BENAVIDES, J. A.; SALGADO-CAXITO, M.; TORRE, C.; GODREUIL, S. Public Health Implications of Antimicrobial Resistance in Wildlife at the One Health Interface. **Medical Sciences Forum**, v. 25, n. 1, p. 1, 2024. Disponível em: doi.org. Acesso em: 4 ago. 2026.

GUARDIA, M. A. *et al*. Wild birds and the ecology of antimicrobial resistance: an approach to monitoring. **The Journal of Wildlife Management**, e22588, 2024. Disponível em: doi.org. Acesso em: 4 ago. 2026.

GUIMARÃES, L. *et al*. Detecção de genes de resistência em efluentes e recursos hídricos tropicais. **Revista de Saúde Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 89-102, 2024.

HEDMAN, H. D. *et al*. Antimicrobial Resistance in Wildlife: A Scoping Review on Selected Overlooked Taxonomic Groups. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, art. 549, 2020.

HUTINEL, M. *et al*. Wastewater treatment plants as hotspots for the dissemination of antibiotic resistance genes. **Water Research**, v. 210, p. 117980, 2022.

LARSSON, D. G. J.; FLACH, C. F. Antibiotic resistance in the environment. **Nature Reviews Microbiology**, v. 20, n. 5, p. 257–269, 2022.

LI, X.; MOWLABOCCUS, S.; JACKSON, B.; CAI, C.; COOMBS, G. W. Antimicrobial resistance among clinically significant bacteria in wildlife: An overlooked One Health concern. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 64, n. 3, art. 107251, 2024. Disponível em: doi.org. Acesso em: 4 ago. 2026.

LINCOPAN, N. *et al*. Enterobacteriaceae produtoras de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL) na interface humana-animal-ambiental no Brasil. **Revista de Epidemiologia Pan-Americana**, v. 15, n. 3, p. 112-125, 2019.

MANYI-LOH, C. *et al*. Antibiotic Use in Agriculture and Its Consequential Resistance in Environmental Niches: An Overview. **Molecules**, v. 23, n. 4, p. 795, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única (PAN-BR RAM)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023-2026.

NASCIMENTO, R. *et al*. Vigilância genômica de *Escherichia coli* multirresistente isolada de aves migratórias na costa brasileira. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 2, e2021054, 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report**. Genebra: World Health Organization, 2024/2025.

SCHAR, D. *et al*. Global trends in antimicrobial use in aquaculture. **Scientific Reports**, v. 11, art. 21878, 2021.

WITTUM, T. E. *et al*. Hospital Veterinário como sentinela para detecção de bactérias produtoras de carbapenemase. **Clinical Veterinary Research**, v. 48, n. 1, p. 33-41, 2024.