

Artigo:

Impactos ambientais de resíduos de medicamentos à base de avermectinas veterinárias: uma revisão

Environmental impacts of veterinary avermectin-based drug residues: a review

Impactos ambientales de los residuos de medicamentos a base de avermectinas veterinarias: una revisión

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18671263>

Renata Cristina Borges da Silva Macedo

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, renata.bsmacedo@gmail.com

Ana Karolinne de Alencar França

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, karol.alencarf@hotmail.com

Ranny Maria Leite Lopes

Graduada em Biotecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, ranny.lopes@alunos.ufersa.edu.br

Karoline Mikaelle de Paiva Soares

Doutora em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, karolinesoares@ufersa.edu.br

Jorge Luiz Costa Filho

Graduado em Biotecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, costafilho44@gmail.com

Michele Dalvina Correia da Silva

Doutora em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, micheledalvina@ufersa.edu.br

Yandra Thaís Rocha da Mota

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, yandratais@gmail.com

Ana Carla Diógenes Suassuna Bezerra

Doutora em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, anacarla@ufersa.edu.br

Resumo

O uso de medicamentos veterinários à base de avermectinas é amplamente difundido no controle de endo e ectoparasitoses em sistemas de produção animal. Apesar de sua reconhecida eficácia terapêutica, evidências científicas indicam que o uso intensivo e o descarte inadequado desses fármacos podem gerar impactos ambientais significativos, afetando ecossistemas aquáticos e terrestres, bem como organismos não alvo. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo revisar e sistematizar dados científicos publicados nos últimos 25 anos acerca dos impactos ambientais associados aos resíduos de medicamentos veterinários à base de avermectinas. A metodologia adotada consistiu em uma revisão sistemática da literatura, realizada nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, considerando estudos publicados entre janeiro de 2001 e março de 2025. Foram utilizadas combinações de descritores relacionados a avermectinas, medicina veterinária, contaminação ambiental, ecotoxicologia e parasitologia, com aplicação de critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Ao final do processo de triagem, 15 artigos científicos relevantes foram selecionados para compor a análise. Os resultados evidenciam que as avermectinas apresentam elevada persistência ambiental, associada principalmente às suas propriedades hidrofóbicas e baixa biodegradabilidade. Resíduos desses fármacos foram detectados em solo, água, fezes de animais tratados e produtos de origem animal, como leite e derivados. Diversos estudos relataram efeitos adversos em organismos não alvo, incluindo invertebrados terrestres e aquáticos, plantas, polinizadores e espécies indicadoras de qualidade ambiental, além de potenciais riscos à saúde humana por meio da contaminação de recursos hídricos e alimentos. Conclui-se que, embora as avermectinas desempenhem papel fundamental no controle parasitário na medicina veterinária, seu uso indiscriminado e o manejo inadequado dos resíduos representam uma importante fonte de contaminação ambiental. Torna-se imprescindível a adoção de práticas mais rigorosas de administração, descarte e fiscalização, bem como o fortalecimento de políticas públicas e ações educativas voltadas à mitigação dos impactos ambientais associados a esses medicamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Anti-helmíntico. Contaminação ambiental. Parasito gastrointestinal.

Abstract

Veterinary drugs based on avermectins are widely used for the control of endo- and ectoparasitic infections in animal production systems. Despite their well-established therapeutic efficacy, scientific evidence indicates that the intensive use and improper disposal of these compounds can lead to significant environmental impacts, affecting both aquatic and terrestrial ecosystems as well as non-target organisms. In this context, the present study aimed to review and synthesize scientific data published over the last 25 years regarding the environmental impacts associated with residues of avermectin-based veterinary drugs. A systematic literature review was conducted using the Web of Science and Scopus databases, covering studies published between January 2001 and March 2025. Search strategies included combinations of descriptors related to avermectins, veterinary medicine, environmental contamination, ecotoxicology, and parasitology. Strict inclusion and exclusion criteria were applied, resulting in the selection of 15 relevant scientific articles for analysis. The results demonstrate that avermectins exhibit high environmental persistence, mainly due to their hydrophobic nature and low biodegradability. Residues of these compounds have been detected in soils, water bodies, animal feces, and products of animal origin, such as milk and dairy products. Several studies reported adverse effects on non-target organisms, including terrestrial and aquatic invertebrates, plants, pollinators, and environmental bioindicator species. In addition, potential risks to human health were identified through the contamination of water resources and food products. It is concluded that although avermectins play a crucial role in parasite control in veterinary medicine, their indiscriminate use and inadequate waste management pose significant environmental risks. The adoption of stricter guidelines for administration and disposal, along with enhanced regulatory oversight and educational actions, is essential to mitigate the environmental impacts associated with these veterinary pharmaceuticals.

KEYWORDS: Anthelmintic. Environmental contamination. Gastrointestinal parasite.

Resumen

Los medicamentos veterinarios a base de avermectinas son ampliamente utilizados para el control de endo y ectoparasitosis en sistemas de producción animal. A pesar de su comprobada eficacia terapéutica, diversos estudios científicos han señalado que el uso intensivo y la eliminación inadecuada de estos fármacos pueden generar impactos ambientales relevantes, afectando ecosistemas acuáticos y terrestres y organismos no objetivo. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo revisar y analizar estudios científicos publicados en los últimos 25 años sobre los impactos ambientales asociados a los residuos de medicamentos veterinarios a base de avermectinas. La metodología se basó en una revisión sistemática de la literatura realizada en las bases de datos *Web of Science* y *Scopus*, considerando publicaciones entre enero de 2001 y marzo de 2025. Se utilizaron combinaciones de descriptores relacionados con avermectinas, medicina veterinaria, contaminación ambiental, ecotoxicología y parasitología, aplicándose criterios específicos de inclusión y exclusión. Como resultado del proceso de selección, se incluyeron 15 artículos científicos considerados relevantes para el análisis. Los resultados indican que las avermectinas presentan alta persistencia ambiental, principalmente debido a su carácter hidrofóbico y baja biodegradabilidad. Se reportó la presencia de residuos en suelos, cuerpos de agua, heces de animales tratados y productos de origen animal, como leche y derivados. Asimismo, se observaron efectos adversos sobre organismos no objetivo, incluyendo invertebrados acuáticos y terrestres, plantas, polinizadores y especies indicadoras de calidad ambiental, además de posibles riesgos para la salud humana asociados a la contaminación de recursos hídricos y alimentos. Se concluye que, si bien las avermectinas son herramientas esenciales en la medicina veterinaria, su uso indiscriminado y el manejo inadecuado de los residuos representan un riesgo ambiental significativo. Resulta fundamental promover prácticas responsables de uso y descarte, fortalecer la regulación y fiscalización, y fomentar la concientización de los profesionales y productores para minimizar los impactos ambientales derivados de estos fármacos.

Palabras-Clave: Antihelmíntico. Contaminación ambiental. Parásito gastrointestinal.

INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define medicamento como “produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico” (ANVISA, 2007). Os produtos farmacêuticos são elaborados segundo seu tempo de ação no organismo alvo, assim como o tempo de vida útil no organismo. Contudo, várias pesquisas científicas têm sido desenvolvidas para se estudar os impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado dessas substâncias no ambiente, uma vez que pode haver interações biologicamente ativas entre as moléculas do produto e organismos no ambiente no qual foi descartado, gerando algum tipo de desequilíbrio nos ecossistemas (Pinto et al., 2014; Silva et al. 2023).

A preocupação quanto à presença dessas substâncias no ambiente é pertinente, devido a possíveis interferências nos sistemas ecológicos, aquáticos e terrestres. O descarte inadequado de medicamentos e rejeitos, resultantes do uso no manejo de animais, pode ocasionar desequilíbrio ambiental, contaminação aquática e do solo, além de causar prejuízos à saúde pública (Carvalho Filho et al., 2018; Grignet et al., 2022).

Segundo Crestana e Silva (2011) e Silva e colaboradores (2023), os fármacos possuem propriedades químicas que os torna altamente resistentes, como a baixa biodegradabilidade; além disso, são passíveis de bioacumulação, dificultando assim a retirada dessas substâncias da água, mesmo aplicando-se o método adequado de tratamento sanitário. A bioacumulação pode ocorrer de duas formas: direta, através do contato de organismos com o produto, por via oral, e indireta, onde há a acumulação de substâncias através da cadeia alimentar dos organismos (Perrodin et al., 2011). Outro fator importante quanto à problemática ambiental ocasionada por medicamentos, empregados tanto na medicina humana quanto na veterinária, é que existem muitas fontes de

contaminação. Na prática veterinária, os medicamentos de uso em animais têm provocado preocupação crescente quanto ao aspecto ambiental, tendo em vista que o manejo e o descarte inadequados dessas substâncias podem ocasionar impactos nos sistemas ecológicos (Wang et al., 2019).

Dentre os medicamentos amplamente utilizados na medicina veterinária, destacam-se as avermectinas. Estas substâncias são um grupo de lactonas macrocíclicas, tais como a Doramectina, Abamectina, Selamectina, Enamectina, Eprinomectina e a Ivermectina, comumente utilizadas para o tratamento de endo e ectoparasitoses de animais (Vercruyssen; Claerebout, 2022). São anti-helmínticos de amplo espectro e agem diretamente nos canais de cloro dos parasitos, afetando a estabilidade de membranas, provocando a paralisia do helminto e, conseqüentemente, a sua morte (Souza et al., 2007).

Apesar das inúmeras aplicabilidades e efetividade antiparasitária desses medicamentos, estudos comprovam a disseminação dessas drogas no ambiente e em organismos não alvo, sendo encontradas no solo, na água e nas fezes de animais, não sendo possível prever os impactos dessa dispersão nos sistemas ecológicos, a longo prazo (Laffont et al., 2001; Rombke et al. 2010; Olu-Owolabi et al., 2022).

Diante dessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi compilar e discutir sobre os dados apresentados em estudos científicos, publicados nos últimos 25 anos, acerca dos impactos ambientais causados pelos resíduos de medicamentos à base de avermectinas, gerados através da produção e do consumo (direto e indireto) para o controle de endo e ectoparasitoses de animais.

METODOLOGIA

Para a construção da revisão sistemática, foram selecionadas a plataforma *Web of Science* e a base de dados *Scopus*, para a busca de pesquisas realizadas nos últimos 25 anos, ou seja, estudos realizados entre os anos de 2001 e 2025 (01 de janeiro de 2001 a 01 de março de 2025), relativos ao tema

“impactos ambientais causados pelo descarte de avermectinas”. Como estratégias de busca, foram utilizados os operadores booleanos (OR e AND) com descrições e adição de caracteres específicos para cada base de dados. As buscas foram feitas em quatro conjuntos de palavras e com as *strings*: “ivermectin” OR “ivermectin” OR “abamectin” OR “doramectin” OR “eprinomectin” OR “macrocyclic lactones” OR “antiparasitic” OR “veterinary drug” OR “anthelmintic”; “veterinary medicine” OR “small ruminants” OR “sheep farming” OR “goat farming” OR “sheep” OR “goat” OR “animal production”; “contamination” OR “environmental contamination” OR “ecotoxicology” OR “residue” OR “environmental waste” OR “environmental impact” OR “aquatic ecotoxicology” OR “terrestrial ecotoxicology” OR “environmental risk” OR “human risk” OR “public health”; e “zoonosis” OR “helminths” OR “*Cooperia* sp” OR “*Strongyloides* sp” OR “*Trichostrongylus* sp” OR “*Haemonchus* sp” OR “intestinal parasites” OR “gastrointestinal parasites” OR “parasitism” OR “gastrointestinal nematodes” OR “parasites” OR “parasite resistance” OR “verminoses” OR “intestinal worms”.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E DE EXCLUSÃO

Foram selecionados artigos (experimentais e de revisão bibliográfica) que avaliaram minimamente a relação entre o uso e o descarte no ambiente de resíduos de medicamentos anti-helmínticos à base de avermectinas veterinárias, bem como a sua relação com o meio ambiente e a saúde humana.

Como forma de refinar a busca, para selecionar artigos relevantes para a abordagem dessa revisão, alguns critérios de exclusão foram adotados. Neste caso:

- Estudos realizados antes do ano 2001;
- Estudos com avermectinas utilizadas por seres humanos;
- Capítulos de livros, manuscritos, metanálises e outros;

- Resumos simples, resumos expandidos, resumos completos publicados em anais de eventos científicos, feiras científicas, simpósios, relatórios e resenhas;
- Estudos que avaliaram a exposição ambiental a qualquer outro composto que não seja uma avermectina, bem como estudos na área da parasitologia que avaliaram outras questões que não são objeto da abordagem dessa revisão, tais como fitoterapia, diagnóstico de infecções parasitárias em animais, avaliação da eficácia de diferentes anti-helmínticos (incluindo avermectinas) no controle de parasitos gastrintestinais de diferentes animais, resistência parasitária, outras formas de controle parasitário, epidemiologia e outros;
- Artigos completos que não estavam disponíveis para acesso;
- Artigos que não estavam em português, inglês ou espanhol.

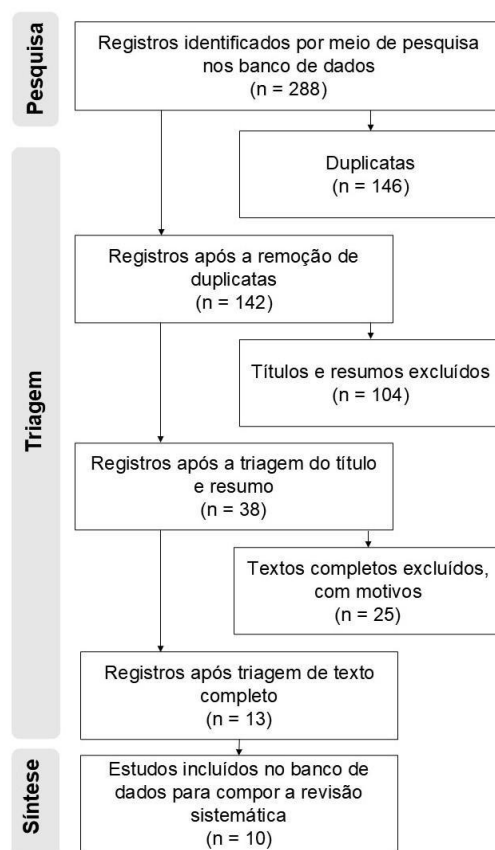
Os artigos pré-selecionados para comporem a revisão sistemática foram lidos integralmente para a certificação de que não se encaixavam em nenhum dos critérios de exclusão previamente elegidos para o estudo.

Os resultados obtidos foram organizados em fluxogramas, para facilitar a compreensão das etapas de seleção dos artigos, e em uma tabela, para melhor exposição dos principais dados apresentados nos estudos selecionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na plataforma *Web of Science*, foram encontrados 288 artigos para as palavras-chave previamente definidas, em que 146 eram duplicados e, conseqüentemente, foram excluídos. Após o processo de leitura do título e resumo, foram excluídos 104 artigos que não eram relacionados diretamente com o tema da pesquisa; 13 artigos restantes foram lidos, onde três foram excluídos por não estarem diretamente relacionados com a proposta do estudo e 10 foram selecionados para compor a revisão sistemática. A metodologia de avaliação para a seleção dos estudos na *Web of Science* está esquematizada na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos científicos selecionados na base de dados *Web of Science*, conforme os critérios de inclusão e exclusão adotados para a revisão sistemática.

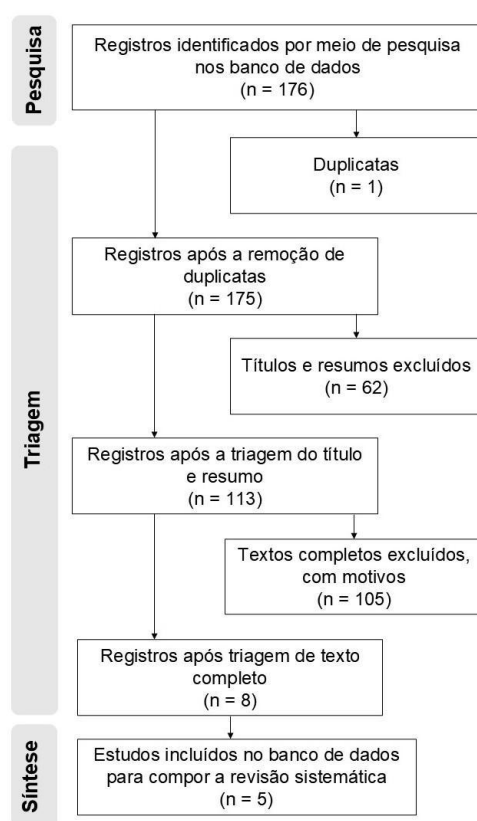


Fonte: Autores, 2025.

Na base de dados *Scopus*, foram encontrados 176 artigos para as palavras-chave previamente definidas, em que 1 estava duplicado e, consequentemente, foi excluído. Além disso, 58 publicações foram excluídas por não se tratar de artigos e 4 publicações foram excluídas por não estarem em nenhum dos três idiomas previamente estabelecidos nos critérios. Após o processo de leitura do título e resumo, foram excluídos 104 artigos que não eram relacionados diretamente com o tema da pesquisa e 1 artigo foi excluído porque já havia sido selecionado para compor a revisão através da plataforma

Web of Science. Dos 8 artigos restantes, 1 não estava disponível e, portanto, 7 artigos foram lidos e destes, 5 foram escolhidos para compor a revisão, pois 2 artigos não estavam diretamente relacionados à proposta do estudo. A metodologia de avaliação para a seleção dos estudos na base de dados *Scopus* está esquematizada na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos científicos selecionados na base de dados *Scopus*, de acordo com os critérios metodológicos definidos para a revisão sistemática.



Fonte: Autores, 2025.

No total foram selecionados 15 artigos, a partir da *Web of Science* e da *Scopus*, os quais apresentaram relevância com relação ao tema objeto do estudo. Os estudos foram organizados em uma tabela, em ordem cronológica, mencionando o título do artigo, a revista ou jornal, o país da instituição em que

o estudo foi realizado, os principais resultados apresentados no estudo, a autoria e o ano de publicação do artigo (Tabela 1).

Tabela 1 - Estudos relacionados à contaminação ambiental por avermectinas, publicados entre os anos 2001 e 2025 (01 de janeiro de 2001 a 01 de março de 2025), selecionados a partir da plataforma *Web of Science* e da base de dados *Scopus*.

Título	Revista	País	Principais Resultados	Referência
Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment	Toxicology Letters	Vários países	O estudo investigou medicamentos veterinários em uso no Reino Unido e caracterizou 56 substâncias como potenciais substâncias capazes de impactar ambientes aquáticos e terrestres. Além das lactonas macrocíclicas, foram estudados antifúngicos, coccidiostáticos, antiprotozoários, hormônios e agentes de crescimento.	Boxall et al., 2003
Milk excretion of ivermectin and moxidectin in dairy sheep: Assessment of drug residues during cheese elaboration and ripening period	Journal of Agricultural and Food Chemistry	Argentina	Altas quantidades de resíduos de ivermectina (IVM) e moxidectina (MXD) foram recuperadas do leite de cabra após 30 dias do final do tratamento. Além disso, as substâncias também foram encontradas em queijos, após 40 dias de maturação.	Imperiale et al., 2004a
Comparative depletion of ivermectin and moxidectin milk residues in dairy sheep after oral and subcutaneous administration	Journal of Dairy Research	Argentina	Foram detectadas altas concentrações de moxidectina no leite dos animais após 35 dias da administração oral e subcutânea. A moxidectina apresentou uma excreção maior no leite em comparação à ivermectina por ambas as vias de administração. Os dois fármacos apresentaram uma longa persistência nas concentrações residuais do leite das ovelhas.	Imperiale et al., 2004b

Título	Revista	País	Principais Resultados	Referência
Degradation of abamectin and doramectin on sheep grazed pasture	Ecotoxicology	Eslovênia	Altas concentrações de ambas as avermectinas estiveram presentes durante os primeiros 20 dias após o tratamento. As condições de campo têm um papel importante na degradação de avermectinas na pastagem.	Erzen et al., 2005
Time profile of abamectin and doramectin excretion and degradation in sheep faeces	Environmental Pollution	Eslovênia	Os valores de meia-vida (DT50) para dissipação de abamectina e doramectina nas fezes de ovinos foram de 23 e 22 dias, respectivamente. A dissipação de ambas as avermectinas foi fortemente correlacionada com o teor de umidade das fezes.	Kolar et al., 2006
Ivermectin residues in milk of lactating donkey (<i>Equus asinus</i>): current regulation and challenges for the future	Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit	Itália	Apesar de ser aprovado para o uso em animais lactantes, são necessários mais estudos para saber as quantidades aceitáveis de resíduos de medicamentos veterinários em cada espécie. O estudo sugere que qualquer resíduo de ivermectina em leite de jumenta invalide o leite para consumo humano, uma vez que não há estudos sobre o Limite Máximo de Resíduo nesses animais, o tornando assim impróprio para o consumo.	Passantino et al., 2011
A Review on the Toxicity and Non-Target Effects of Macrocyclic Lactones in Terrestrial and Aquatic Environments	Current Pharmaceutical Biotechnology	Vários países	As lactonas macrocíclicas interferem diretamente nos estágios larvais de invertebrados terrestres e aquáticos.	Lumaret et al., 2012
Macrocyclic lactone residues in butter from Brazilian markets	Journal of Dairy Science	Brasil	A maioria das amostras de manteiga (76,3 %) continha resíduos superiores de mais de uma Lactona Macrocíclica; no entanto, não foram detectados resíduos de moxidectina. Os resultados mostraram uma alta incidência da presença de avermectinas em amostras de manteiga.	Macedo et al., 2015

Título	Revista	País	Principais Resultados	Referência
Ivermectin environmental impact: Excretion profile in sheep and phytotoxic effect in <i>Sinapis alba</i>	Ecotoxicology and Environmental Safety	República Checa	A eliminação de MIV em ovinos foi mais rápida do que a eliminação relatada em bovinos. O teste de "germinação de sementes e crescimento inicial de raízes" revelou fitotoxicidade significativa de IVM (20 % de inibição do crescimento radicular), mesmo na concentração de 50 nM, nível que pode ser encontrado no ambiente com doses permitidas por órgãos reguladores.	Vokrál et al., 2019
Environmental fate of the anti-parasitic ivermectin in an aquatic micro-ecological system after a single oral administration	PeerJ	China	Houve um segundo valor máximo de MIV nos peixes e invertebrados após 30 dias de administração da droga. O destino ambiental de IVM no sistema microecológico aquático mostrou que a droga foi transferida dos peixes para as plantas aquáticas nos primeiros sete dias e, depois, coletada na água e no sedimento, finalmente se acumulando nos invertebrados.	Wang et al., 2019
Veterinary pharmaceutical residues in water resources and tap water in an intensive husbandry area in France	Science of the Total Environment	França	Em recursos hídricos, pelo menos uma RVP (resíduos farmacêuticos veterinários) foi quantificada em 32 % das amostras. As VPRs foram quantificadas em 20 % das amostras de água de torneira. A população da Bretanha pode, portanto, ser exposta a estes contaminantes através da água da torneira.	Charuaud et al., 2019
Negative effects of the sea lice therapeutant emamectin benzoate at low concentrations on benthic communities around Scottish fish farms	Science of the Total Environment	Reino Unido	EmBz foi encontrado em todos os locais utilizados na pesquisa enquanto Tef mostrou-se abundante em apenas metade desses locais.	Bloodworth et al., 2019

Título	Revista	País	Principais Resultados	Referência
The residue levels of spinosad and abamectin in eggs and tissues of laying hens following spray application	Avian Pathology	Turquia	Os resíduos de Spinosad e Abamectina em baixas e altas concentrações encontradas na pele das galinhas foram superiores ao Limite Máximo de Resíduo (LMR) em relação a outros tecidos comestíveis, indicando que seria necessário um intervalo de segurança para o tecido cutâneo após a utilização dos fármacos.	Gokbulut et al., 2019
The threat of veterinary medicinal products and biocides on pollinators: A One Health perspective	One Health	Vários países	A aplicação de medicamentos veterinários (ivermectina e abamectina) e biocidas (deltametrina e permetrina) pode afetar significativamente o ciclo de vida das abelhas, interferindo no processo de polinização.	Mahefarisoa et al., 2021
Tadpoles select ivermectin-free substrates	South American Journal of Herpetology	Argentina	Durante o experimento, girinos permaneceram em maior número em ambientes aquáticos livres de ivermectinas, ou seja, mais estudos são necessários para entender as consequências dessa substância no ambiente.	Lopez et al., 2022

A utilização e o descarte de medicamentos veterinários têm levantado questões acerca dos riscos diretos e indiretos envolvidos, tanto para a saúde humana quanto para o ambiente. Dentro desse escopo, há uma preocupação voltada ao uso indiscriminado de medicamentos, tais como aqueles à base de avermectinas, que causam, além dos problemas citados na tabela 1, resistência parasitária nos animais tratados, gerando assim um grave problema de saúde pública no controle de doenças.

As avermectinas, princípios ativos de muitos medicamentos, pertencem ao grupo das lactonas macrocíclicas as quais são obtidas a partir da fermentação realizada pelos micro-organismos *Streptomyces avermitilis* e *Streptomyces cyanogriseus*, cujas principais aplicações terapêuticas são o controle de endo e ecto-parasitos, tanto em animais com vida terrestre como em animais aquáticos (Vercruysse; Claerebout, 2022).

O mecanismo de ação antiparasitário das avermectinas veterinárias consiste em prejudicar a transmissão de impulsos elétricos nos parasitos, o que resulta no aumento da permeabilidade da membrana para a entrada de íons cloreto nas células nervosas e musculares do parasito, contribuindo diretamente para a paralisia e consequente morte (El-Saber Batiha et al., 2020). A ampla utilização desses fármacos à base de avermectinas resulta na sua dispersão em grande alcance no ambiente, sendo, por isso, alvo de estudos recentes quanto aos impactos ambientais ocasionados.

Estima-se que as avermectinas sejam um dos principais grupos de medicamentos antibacterianos e antifúngicos utilizados na medicina veterinária em mais de 60 países, incluindo países da Europa, América do Norte e América do Sul (Lumaret et al., 2012). Algumas espécies de animais ainda não possuem estudos quanto ao Limite Máximo de Resíduo (LMR) que podem ser encontrados nos seus subprodutos. Foi o que Passantino e colaboradores (2011) sugeriu em estudos realizados na Itália com o leite de jumenta, onde os órgãos legisladores ainda não tinham dados suficientes sobre a quantidade aceitável de LMR nessa espécie de animal, sugerindo assim que qualquer resíduo que fosse detectado no leite das jumentas lactantes fosse considerado impróprio para o consumo humano.

No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação da utilização e de boas práticas de manejo de medicamentos veterinários, em animais para a alimentação humana, é o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). No ano de 2011, o governo brasileiro, através do MAPA, proibiu em todo o território nacional, através da Instrução Normativa SDA nº 48, de 28 de dezembro de 2011, a utilização de medicamentos produzidos à base de avermectinas em bovinos de corte, cujo período de carência da retirada fosse maior do que vinte e oito dias, sob pena de aplicação da lei para quem descumprisse a norma (MAPA, 2011).

Atualmente em vigor, a Instrução Normativa Nº 51 de 19 de dezembro de 2019 do MAPA estabelece o padrão de Limites Máximos de Resíduos (LMR) de

diversas substâncias farmacêuticas veterinárias, em animais produtores de alimentos para consumo humano. Dentre estas, estão as avermectinas, cujo alvo da Instrução Normativa está focado no uso veterinário desses fármacos em ovinos e bovinos, não podendo ultrapassar o LMR, sob orientação de que a substância não deva ser utilizada em animais produtores de leite para o consumo humano (BRASIL, 2024). Na Argentina, Imperiale e colaboradores (2004a) verificaram que cabras tratadas com ivermectina e moxidectina apresentaram resíduos desses medicamentos no leite, após 30 dias do final do tratamento. Além da presença no leite, queijos elaborados com essa matéria-prima também apresentavam resíduos de ivermectina após 40 dias de maturação. No Brasil, Macedo e colaboradores (2015) também realizaram estudos em alimentos derivados do leite, com foco na qualidade de manteigas comercializadas no mercado brasileiro. Os pesquisadores conseguiram detectar resíduos de avermectinas em aproximadamente 77 % das amostras estudadas, onde foram encontradas a presença de mais de uma lactona macrocíclica, mostrando uma alta incidência dos fármacos na matéria-prima utilizada para a produção do produto.

Achados na pesquisa bibliográfica sugerem que a utilização de avermectinas veterinárias pode influenciar de forma negativa o ambiente, durante o processo de administração nos animais e na disseminação pós consumo. Os debates ambientais acerca da consequência do consumo desses medicamentos são complexos, tendo em vista que é necessário levar em consideração vários fatores que podem influenciar na dispersão destas drogas no ambiente, como quantidade de animais, degradação da molécula no ambiente, tipo de solo, clima, extensão dos recursos hídricos, métodos de manejo de resíduos sólidos.

O governo brasileiro também dispõe de uma cartilha instrutiva sobre a utilização da ivermectina, cujo objetivo é orientar os produtores sobre o manejo adequado na utilização do medicamento (MAPA, 2024). Contudo, um aspecto importante a ser discutido é a utilização em grande escala para o

controle de parasitos em animais de criação, já que o manejo inadequado da droga em animais com parasitoses contribui diretamente para a disseminação de ivermectina no ambiente. A dosagem inadequada, problemas higiênico-sanitários e falta de instrução dos produtores durante a aplicação do medicamento são alguns dos fatores que aumentam a probabilidade de disseminação ambiental das avermectinas (Erzen et al., 2005). Charuaud e colaboradores (2019) realizaram uma pesquisa na França, para verificar a qualidade de recursos hídricos que estavam próximos a uma área de criação intensiva de animais. Foram encontrados 38 tipos de resíduos farmacêuticos veterinários, dos quais 17 foram identificados e quantificados, dentre eles a ivermectina. Foi possível encontrar resíduos de medicamentos veterinários tanto nas fontes naturais de água quanto na água da torneira, disponibilizada para a população, comprovando que os fármacos de uso veterinário não permanecem *in loco* após a sua administração nos animais, podendo ser disseminados para outros ambientes; neste caso, foram dispersados através da água, expondo a população ao consumo dessas substâncias na água contaminada.

Dentre os problemas ambientais mais discutidos nos artigos selecionados para essa revisão, pode-se citar a persistência das drogas no solo e na água, principalmente pelo caráter hidrofóbico das moléculas, o que dificulta o seu processo de degradação (Kolar et al., 2006; Lumaret et al., 2012). No estudo realizado por Lumaret e colaboradores (2012), concluiu-se que as lactonas macrocíclicas despertam preocupação ambiental por contaminação de solos e ambientes aquáticos, principalmente devido à ampla utilização associada a poucos estudos sobre as consequências da disseminação dessas drogas no ambiente. A pesquisa de Bloodworth e colaboradores (2019) abordou sobre o uso de benzoato de emamectina para o controle de piolhos do mar, apresentando que resíduos da droga foram encontrados em todas as regiões tratadas, indicando uma problemática quanto ao acúmulo desses resíduos no meio ambiente. Ainda no escopo de disseminação ambiental das avermectinas,

uma pesquisa realizada por Wang e colaboradores (2019) apresentou resultados preocupantes quanto à administração de ivermectina em animais de ambientes aquáticos. O estudo avaliou um sistema microecológico de peixes e invertebrados, quando expostos à utilização de ivermectina. Foi possível encontrar resíduos de ivermectina nos animais, após 30 dias de administração, além de que a substância foi transferida dos peixes para as plantas, mostrando que o fármaco possui uma rápida e ampla disseminação no ecossistema, afetando vários organismos.

A avaliação ecotoxicológica de um ambiente pode ser mensurada através de técnicas físico-químicas capazes de detectar substâncias nocivas (ou não) àquele ecossistema. Contudo, devido à interação entre tais substâncias e a dificuldade de se projetar uma consequência ambiental a longo prazo, novas análises vêm sendo discutidas para que se possam obter resultados mais concretos acerca da influência de resíduos de medicamentos dispersos na natureza. Para isso, além das análises físico-químicas amplamente utilizadas, animais conhecidos como “indicadores de contaminação ambiental” vêm sendo colocados em pauta para a avaliação do efeito de substâncias no ambiente.

As abelhas são organismos altamente sensíveis à exposição a substâncias, sendo consideradas um excelente indicador da qualidade ambiental (Lautenbach et al., 2012). Mahefarisoa e colaboradores (2021) realizaram um estudo sobre a influência de medicamentos veterinários e biocidas no comportamento de polinizadores e comprovaram que a aplicação de ivermectina, abamectina, deltametrina e permetrina (medicamentos veterinários e biocidas) afetaram significativamente o ciclo de vida de abelhas, afetando o processo de polinização promovida por esses animais. Ainda avaliando os impactos que as avermectinas podem ocasionar no ambiente, uma pesquisa realizada por Vókral e colaboradores (2019) verificou o efeito fitotóxico da ivermectina após a sua eliminação através das fezes de animais tratados. No estudo, concluiu-se que a eliminação em ovinos ocorria de

maneira mais rápida, quando comparada com bovinos. Além disso, um teste de fitotoxicidade com *Sinapis alba* revelou uma inibição do crescimento radicular das plantas em 20 %, após a exposição ao ambiente que continha o medicamento, mostrando que, mesmo em concentrações que podem ser encontradas no ambiente através de doses permitidas por órgãos reguladores, a ivermectina apresenta impacto negativo no desenvolvimento de plantas.

Além dos problemas ambientais, há registros de pesquisas que indicam que os resíduos de medicamentos à base de avermectinas podem se acumular no corpo dos animais submetidos à administração desses fármacos ou em seus produtos, como leite, ovos e carne por exemplo. Um estudo revelou que, ao se utilizar Espinosade e Abamectina para tratar aves, através do método de pulverização, estes medicamentos permaneceram em grandes concentrações residuais na pele dos animais, mesmo não se acumulando de forma significativa em tecidos que são consumidos ou nos ovos (Gokbulut et al., 2019). Imperiale e colaboradores (2004b) detectou altas concentrações de moxidectina no leite de ovinos após 35 dias de administração oral e subcutânea nos animais, onde a moxidectina e ivermectina apresentaram altas concentrações residuais no leite das ovelhas, sendo necessários mais estudos que pudessem dar segurança ao intervalo de tempo adequado para a administração desses fármacos nos animais.

Boxall e colaboradores (2003) realizaram um estudo no Reino Unido para identificar as principais substâncias veterinárias com potencial contaminante de ambientes aquáticos e terrestres, com o intuito de contribuir para o monitoramento e técnicas metodológicas para minimizar a poluição ambiental. Ao todo, foram encontradas 56 substâncias com potencial para risco de contaminação, dentre estas, ivermectina, com potencial significativo para contaminação do meio ambiente. Pesquisadores argentinos realizaram um experimento com girinos, expostos à ambientes aquáticos com e sem ivermectina, em que os animais permaneceram em maior número em ambientes livres desses fármacos, indicando assim a importância quanto à

discussão sobre a dispersão dessas substâncias no ambiente e seus impactos (Lopez et al., 2022).

CONCLUSÃO

As avermectinas são medicamentos amplamente utilizados na medicina veterinária para o controle de endo e ectoparasitoses em animais. Porém, pelo seu uso de forma inadequada e seu descarte incorreto, essas substâncias vêm gerando contaminação e desequilíbrio nos ecossistemas, bem como prejuízos à saúde humana. Os resultados obtidos, nas pesquisas apresentadas nesta revisão, revelam que, apesar de sua eficácia medicamentosa, as avermectinas persistem no ambiente por longos períodos, sendo um possível contaminante para o solo e para o ambiente aquático, causando efeitos adversos em organismos não alvo, incluindo animais terrestres e aquáticos, plantas e outros organismos. Diante disso, faz-se necessária a adoção de medidas mais rigorosas para o uso e o descarte de medicamentos à base de avermectinas. A conscientização dos profissionais que administram tais drogas em animais e, também, da população, sobre os danos ambientais causados pelas avermectinas é necessária, aliada à fiscalização pelos órgãos regulamentadores, para a diminuição dos impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico para Medicamentos Genéricos**. 2007. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0016_02_03_2007.html>. Acesso em: 13 jan. 2026.
- BLOODWORTH, J. W.; BAPTIE, M. C.; PREEDY, K. F.; BEST, J. Negative effects of the sea lice therapeutant emamectin benzoate at low concentrations on benthic communities around Scottish fish farms. **The Science of the Total Environment**, v. 669, p. 91–102, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.430>.

BOXALL, A. B. A.; FOGG, L. A.; KAY, P.; BLACKWEL, P. A.; PEMBERTON, E. J.; CROXFORD, A. Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment. **Toxicology Letters**, v. 142, p. 207-218, 2003. DOI:

[https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(03\)00067-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(03)00067-5).

BRASIL. Instrução Normativa nº 51, de 19 de dezembro de 2019. **Regulamento Técnico sobre o risco à saúde humana de medicamentos veterinários e os métodos de análise para fins de avaliação da conformidade**. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 19 de dezembro de 2019. Disponível em: <[Instrução Normativa 2019 51 ANVISA.pdf — Ministério da Agricultura e Pecuária \(www.gov.br\)](#)>. Acesso em: 13 jan. 2026.

CARVALHO FILHO, J. A. A.; DE ALBUQUERQUE, T. B. V.; DO NASCIMENTO SILVA, N. B.; DE ARAÚJO FREITAS, J. B.; DE PAIVA, A. L. R. Gestão de resíduos farmacêuticos, descarte inadequado e suas consequências nas matrizes aquáticas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 228-240, 2018.

Disponível em: <[Vista do Gestão de resíduos farmacêuticos, descarte inadequado e suas consequências nas matrizes aquáticas \(revistabrasileirademeioambiente.com\)](#)>. Acesso em: 13 jan. 2026.

CHARUAUD, L.; JARDÉ, E.; JAFFRÉZIC, A.; LIOTAUD, M.; GOYAT, Q.; MERCIER, F.; LE BOT, B. Veterinary pharmaceutical residues in water resources and tap water in an intensive husbandry area in France. **Science of the Total Environment**, v. 664, p. 605-615, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.303>.

CRESTANA, G. B.; SILVA, J. H. Fármacos residuais: panorama de um cenário negligenciado. **Revista Internacional de Direito e Cidadania**, n. 9, p. 55-65, 2011.

EL-SABER BATIHA, G.; ALQAHTANI, A.; ILESANMI, O. B.; SAATI, A. A.; EL-MLEEH, A.; HETTA, H. F.; MAGDY BESHBIHY, A. Avermectin Derivatives, Pharmacokinetics, Therapeutic and Toxic Dosages, Mechanism of Action, and Their Biological Effects. **Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph13080196>.

ERZEN, N. K.; KOLAR, L.; FLAJS, V. C.; KUŽNER, J.; MARC, I.; POGAČNIK, M.

Degradation of abamectin and doramectin on sheep grazed pasture.

Ecotoxicology, v. 14, n. 6, p. 627–635, 2005. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s10646-005-0012-x>.

GRIGNET, R. S.; BARROS, M. G.; PANATTA, A. A.; BERNAL, S. P.; OTTONI, J. R.;

PASSARINI, M. R.; GONÇALVES, C. C. S. Medicines as an emergent

contaminant: the review of microbial biodegradation potential. **Folia**

Microbiologica, v. 67, n. 2, p. 157–174, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1623380>.

GOKBULUT, C.; OZUICLI, M.; ASLAN, B.; AYDIN, L.; CIRAK, V. Y. The residue

levels of spinosad and abamectin in eggs and tissues of laying hens following

spray application. **Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A.**, v. 48, p. 44–51, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1623380>.

IMPERIALE, F. A.; BUSETTI, M. R.; SUÁREZ, V. H.; LANUSSE, C. E. Milk

excretion of ivermectin and moxidectin in dairy sheep: Assessment of drug

residues during cheese elaboration and ripening period. **Journal of**

Agricultural and Food Chemistry, v. 52, n. 20, p. 6205–6211, 2004a. DOI:

<https://doi.org/10.1021/jf049117n>.

IMPERIALE, F. LIFSCHITZ, A.; SALLOVITZ, J.; VIRKEL, G.; LANUSSE, C.

Comparative depletion of ivermectin and moxidectin milk residues in dairy

sheep after oral and subcutaneous administration. **Journal Of Dairy Research**,

v. 71, n. 4, p. 427–433, 2004b. DOI: doi:

<https://doi.org/10.1017/S002202990400038X>.

KOLAR, S.; KOLAR, L.; FLAJS, V. C.; KUŽNER, J.; MARC, I.; POGAČNIK, M.;

BIDOVEC, A.; VAN GESTEL, C. A. M.; ERŽEN, N. K. Time profile of abamectin

and doramectin excretion and degradation in sheep faeces. **Environmental**

Pollution, v. 144, n. 1, p. 197–202, 2006. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.12.019>.

LAFFONT, C. M.; ALVINERIE, M.; BOUSQUET-MÉLOU, A.; TOUTAIN, P. Licking

behaviour and environmental contamination arising from pour-on ivermectin

for cattle. **International Journal for Parasitology**, v. 31, p. 1687–1692, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(01\)00285-5](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(01)00285-5).

LAUTENBACH, S.; SEPPELT, R.; LIEBSCHER, J.; DORMANN, C. F. Spatial and temporal trends of global pollination benefit. **PLoS One**, v. 7, p. e35954, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035954>.

LOPEZ, J. A.; GHIRARDI, R.; GUTIÉRREZ, M. F.; ANTONIAZZI, C. E.; LIFSCHITZ, A.; MESA, L. M. Tadpoles select ivermectin-free substrates. **South American Journal of Herpetology**, v. 25, n. 1, p. 88–93, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-20-00053.1>.

LUMARET, J.; ERROUISSI, F.; FLOATE, K.; ROMBKE, J.; WARDHAUGH, K. A Review on the Toxicity and Non-Target Effects of Macrocyclic Lactones in Terrestrial and Aquatic Environments. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 13, n. 6, p. 1004–1060, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2174/138920112800399257>.

MAHEFARISOA, K. L.; DELSO, N. S.; ZANINOTTO, V.; COLIN, M. E.; BONMATIN, J. M. The threat of veterinary medicinal products and biocides on pollinators: A One Health perspective. **One Health**, v. 12, p. 100237, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100237>.

MACEDO, F.; MARSICO, E. T.; CONTE-JÚNIOR, C. A.; DE ALMEIDA FURTADO, L.; BRASIL, T. F.; NETTO, A. D. P. Macrocyclic lactone residues in butter from Brazilian markets. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, p. 3695–3700, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9130>.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Orientações sobre o uso de ivermectina em animais de produção**. 2024. Disponível em: <[Orientações sobre o uso de ivermectina em animais de produção — Ministério da Agricultura e Pecuária \(www.gov.br\)](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao/producao-de-animaes/ivermectina)>. Acesso em: 13 jan. 2026.

MAPA. Instrução Normativa SDA nº 48, de 28 de dezembro de 2011. **Regulamento técnico sobre a proibição do uso produtos antiparasitários que contenham em sua formulação princípios ativos da classe das avermectinas em bovinos de corte**. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 28 de dezembro de

2011. Disponível em: < [INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 48, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2011.pdf — Ministério da Agricultura e Pecuária \(www.gov.br\)](#)>. Acesso em: 13 jan. 2026.

OLU-OWOLABI, B. I.; DIAGBOYA, P. N.; MTUNZI, F. M.; ADEBOWALE, K. O.; DÜRING, R. A. Empirical aspects of an emerging agricultural pesticide contaminant retention on two sub-Saharan soils. **Gondwana Research**, v. 105, p. 311-319, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gr.2021.09.013>.

PASSANTINO, A.; RUSSO, C.; PASSANTINO, L.; CONTE, F. Ivermectin residues in milk of lactating donkey (*Equus asinus*): current regulation and challenges for the future. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, v. 6, n. 4, p. 427-434, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00003-011-0667-6>.

PERRODIN, Y. BOILLOT, C.; ANGERVILLE, R.; DONGUY, G.; EMMANUEL, E. Ecological risk assessment of urban and industrial systems: A review. **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 24, p. 5162-5176, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.08.053>.

PINTO, G. M. F.; SILVA, K. R. D.; PEREIRA, R. D. F. A. B.; SAMPAIO, S. I. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 219-224, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220140190000000472>.

ROMBKE, J.; KROGH, K. A.; MOSER, T.; SCHEFFCZYK, A.; LIEBIG, M. Effects of the Veterinary Pharmaceutical Ivermectin on Soil Invertebrates in Laboratory Tests. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 58, p. 332-340, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00244-009-9414-8>.

SILVA, V. W. P.; FIGUEIRA, K. L.; SILVA, F. G. D.; ZAGUI, G. S.; MESCHEDE, M. S. C. Descarte de medicamentos e os impactos ambientais: uma revisão integrativa da literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 2, n. 4, p. 1113-1123, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023284.05752022>.

SOUZA, S. V. C.; LIMA, J. A.; TEODORO, J. C.; JUNQUEIRA, R. G. Validação intralaboratorial de método quantitativo para determinação múltipla de resíduos de avermectinas em leite bovino por cromatografia líquida de alta

eficiência com detecção de fluorescência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 5, p. 823-836, 2007. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400024>.

VERCRUYSSSE, J.; CLAEREBOU, E. **Macrocyclic Lactones**. Macrocyclic Lactones. Manual Merck – Manual veterinário, 2022. Disponível em: <<https://www.merckvetmanual.com/pharmacology/anthelmintics/macrocyclic-lactones>>. Acesso em: 13 jan. 2026.

VOKRÁL, I.; MICHAELA, Š.; RADKA, P.; JIŘÍ, L.; LUKÁŠ, P.; DOMINIKA, S.; KATEŘINA, L.; BARBORA, S.; LENKA, S. Ivermectin environmental impact: Excretion profile in sheep and phytotoxic effect in *Sinapis alba*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 169, p. 944-949, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.097>.

WANG, D.; HAN, B.; LI, S.; CAO, Y.; DU, X.; LU, T. Environmental fate of the anti-parasitic ivermectin in an aquatic micro-ecological system after a single oral administration. **PeerJ**, p. 1-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.7805>.