Capítulo 07

Resistência aos Ectoparasiticidas em Animais Domésticos: Desafios para a Medicina Veterinária, Saúde Pública e Vigilância Sanitária

Resistance to Ectoparasiticides in Domestic Animals: Challenges for Veterinary Medicine, Public Health, and Health Surveillance

Caio Junior Balduino Coutinho Rodrigues
Doutor em Ciências Veterinárias. Instituição: Universidade Estadual de Maringá (UEM).
Simone Tateishi
Pós-graduada em Zoonoses e Saúde Pública. Instituição: Faculdade Unyleya (UNYLEYA).
Fabiana Portugal Aguilera
Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade Estácio de Sá (UNESA)
Isabella Mitteregger Susin
Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade de Caxias do Sul (UCS).
Douglas Marinho Silva
Graduado em Medicina Veterinária. Instituição: Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG).
Vitória Fernanda Ferreira da Silva
Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG).
Giovanna Guimarães de Souza Braga de Albuquerque
Graduanda em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL).
David Weslley Moreira Sampaio
Graduando em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA).
Ana Paula de Moura Nardi
Graduanda em Medicina Veterinária. Instituição: Faculdade Cristo Rei (FACCREI).
Amanda Martins Andujar
Graduanda em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL)

Resumo: A resistência dos ectoparasitas aos princípios ativos utilizados no controle sanitário representa um desafio crescente para a medicina veterinária, devido à redução da eficácia dos tratamentos e às possíveis repercussões para a saúde pública. Carrapatos, pulgas, ácaros e insetos hematófagos comprometem a saúde e o bem-estar dos animais domésticos, além de ocasionarem prejuízos econômicos e participarem da transmissão de agentes infecciosos. O controle desses organismos baseia-se principalmente no uso de compostos químicos, como piretroides, organofosforados, amidinas, fenilpirazóis e lactonas macrocíclicas. Entretanto, o uso frequente e inadequado dessas substâncias favorece a seleção de populações resistentes, dificultando o manejo parasitário. Nesse contexto, mecanismos genéticos e metabólicos, incluindo alterações nos sítios de ação e aumento da atividade de enzimas detoxificantes, estão associados à redução da suscetibilidade. Estudos recentes demonstram a ocorrência de resistência múltipla, especialmente em carrapatos de bovinos e cães, evidenciando a necessidade de estratégias contínuas de monitoramento. Paralelamente, o desenvolvimento de testes laboratoriais, ferramentas moleculares e métodos

DOI: 10.47573/aya.6228.3.65.7

rápidos de detecção tem contribuído para a identificação da resistência e a orientação dos tratamentos. Apesar desses avanços, persistem desafios relacionados à padronização dos métodos diagnósticos e à adoção do manejo integrado. Dessa forma, destaca-se a atuação do médico-veterinário na vigilância, na escolha racional dos ectoparasiticidas e na educação sanitária, promovendo estratégias sustentáveis que contribuam para a proteção da saúde animal, humana e ambiental.

Palavras-chave: acaricidas; controle integrado; monitoramento epidemiológico; resistência química; saúde única.

Abstract: Resistance of ectoparasites to active ingredients used in sanitary control represents a growing challenge for veterinary medicine due to reduced treatment efficacy and its potential implications for public health. Ticks, fleas, mites, and hematophagous insects compromise the health and welfare of domestic animals, cause economic losses, and may contribute to the transmission of infectious agents. The control of these organisms relies mainly on chemical compounds, including pyrethroids, organophosphates, amidines, phenylpyrazoles, and macrocyclic lactones. However, the frequent and inappropriate use of these substances favors the selection of resistant populations, making parasite management increasingly difficult. In this context, genetic and metabolic mechanisms, including alterations in target sites and increased activity of detoxification enzymes, are associated with reduced susceptibility. Recent studies have demonstrated the occurrence of multiple resistance, particularly in ticks affecting cattle and dogs, highlighting the need for continuous susceptibility monitoring. Furthermore, the development of laboratory bioassays, molecular tools, and rapid detection methods has improved resistance identification and supported more appropriate treatment decisions. Despite these advances, challenges remain regarding the standardization of diagnostic methods and the implementation of integrated parasite management strategies. Therefore, veterinarians play a fundamental role in surveillance, the rational selection of ectoparasiticides, and health education, promoting sustainable strategies that contribute to protecting animal, human, and environmental health.

Keywords: acaricides; chemical resistance; epidemiological surveillance; integrated parasite management; one health.

INTRODUÇÃO

Os ectoparasitas representam um desafio constante para a medicina veterinária, uma vez que sua presença compromete não apenas a saúde e o bem-estar dos animais domésticos, mas também a produtividade dos sistemas de criação e, em determinadas situações, a saúde pública. Carrapatos, pulgas, ácaros e insetos hematófagos estão associados a diferentes alterações clínicas, como lesões cutâneas, processos inflamatórios e anemia, além de participarem da transmissão de agentes infecciosos de importância sanitária (Klafke *et al.,* 2024). Nos sistemas de produção, esses organismos podem provocar perdas econômicas expressivas e aumentar os custos relacionados ao manejo e aos tratamentos (Zhang *et al.,* 2024). Já nos ambientes domésticos, a convivência cada vez mais próxima entre pessoas e animais de companhia reforça a necessidade de medidas preventivas que considerem a relação entre a saúde humana, animal e ambiental (Giannelli *et al.,* 2024).

Diante desses impactos, o uso de ectoparasiticidas tornou-se uma das principais ferramentas para prevenir e controlar as infestações. Entre os compostos empregados estão os piretroides sintéticos, organofosforados, amidinas, fenilpirazóis e lactonas macrocíclicas, que atuam sobre diferentes processos fisiológicos dos parasitas (Klafke *et al.,* 2024). Embora esses produtos desempenhem um papel importante no controle sanitário, sua utilização frequente, especialmente quando realizada sem planejamento ou acompanhamento técnico, pode favorecer a seleção de populações menos suscetíveis. Nesse contexto, Jongejan *et al.* (2024) destacam a importância de diferenciar situações de resistência das falhas decorrentes da aplicação inadequada dos produtos. Essa distinção é fundamental, pois a repetição de tratamentos sem a identificação das causas da baixa eficácia pode intensificar a pressão seletiva e dificultar o controle das infestações (Furnival-Adams *et al.,* 2024).

A resistência aos ectoparasiticidas, entretanto, não ocorre de maneira uniforme entre as diferentes espécies e populações. Trata-se de um processo complexo, relacionado a características genéticas e fisiológicas que permitem a sobrevivência de determinados indivíduos após a exposição aos princípios ativos. Entre os mecanismos descritos estão as alterações nos sítios de ação, o aumento da atividade de enzimas detoxificantes e as modificações nos sistemas de transporte celular (Furnival-Adams *et al.,* 2024). Ao investigarem populações de *Rhipicephalus microplus* (*R. microplus*), Meiring e Labuschagne (2024) identificaram alterações genéticas potencialmente relacionadas à resistência, mas observaram que nem todos os marcadores apresentavam associação consistente com os resultados fenotípicos. De forma semelhante, Zhang *et al.* (2024) demonstraram a participação de carboxilesterases na resistência de Dermanyssus gallinae (D. gallinae) à beta-cipermetrina, evidenciando que diferentes mecanismos podem estar envolvidos na redução da suscetibilidade aos produtos utilizados no controle parasitário.

Essa diversidade de mecanismos ajuda a compreender por que a resistência tem se tornado uma preocupação crescente em diferentes sistemas de criação. No Brasil, o carrapato *R. microplus* merece destaque pela ampla distribuição e pelas dificuldades relacionadas ao controle químico, sobretudo em propriedades que dependem de aplicações frequentes de acaricidas (Klafke *et al.,* 2024). A dimensão desse problema foi evidenciada por Puentes *et al.* (2026), que identificaram populações resistentes a pelo menos três princípios ativos em todas as propriedades bovinas avaliadas no Recôncavo Baiano. Esses resultados reforçam a necessidade de conhecer o perfil de suscetibilidade das populações antes da escolha dos tratamentos. Além disso, a introdução de novas alternativas químicas não elimina a importância da vigilância, uma vez que o acompanhamento da eficácia é necessário mesmo para compostos que apresentam resultados satisfatórios, como demonstrado por Rodrigues *et al.* (2025) em avaliações com fluralaner.

Embora os carrapatos bovinos concentrem parte expressiva das pesquisas, a resistência também exige atenção no controle de ectoparasitas de animais de companhia. Em cães, por exemplo, *R. sanguineus* apresenta relevância clínica e sanitária, especialmente por sua capacidade de transmitir agentes infecciosos (Kleinschmidt *et al.,* 2025). Ao investigarem populações desse carrapato na Tailândia,

Siriporn *et al.* (2023) identificaram diferentes níveis de resistência à ivermectina e ao fipronil. No Brasil, Jongejan *et al.* (2024) verificaram resistência à permetrina em colônias de carrapatos de cães, enquanto Kleinschmidt *et al.* (2025) identificaram mutações genéticas associadas à resistência aos piretroides em exemplares provenientes do Rio Grande do Sul. Esses achados demonstram que a redução da suscetibilidade aos ectoparasiticidas não está restrita à pecuária e apontam para a necessidade de ampliar o monitoramento em diferentes espécies e ambientes.

A importância desse acompanhamento torna-se ainda mais evidente quando se consideram as possíveis repercussões da resistência para a saúde pública. A dificuldade em controlar populações de artrópodes com capacidade vetorial pode comprometer medidas preventivas e favorecer sua permanência nos ambientes compartilhados por animais e seres humanos. Entretanto, a identificação de resistência não comprova, isoladamente, maior transmissão de agentes infecciosos, sendo necessário considerar as condições epidemiológicas e a circulação dos patógenos envolvidos (Kleinschmidt *et al.,* 2025). Nessa perspectiva, Giannelli *et al.* (2024) destacam que o controle parasitário deve ser compreendido de forma integrada, considerando as relações entre animais, pessoas e ambiente. Para isso, a vigilância da suscetibilidade constitui uma ferramenta importante, pois permite identificar alterações na resposta aos tratamentos e orientar decisões mais adequadas. O desenvolvimento de testes rápidos de exposição aos acaricidas, conforme apresentado por Jongejan *et al.* (2024), representa um avanço nesse processo, especialmente pela possibilidade de obter resultados em menor tempo.

Dessa forma, enfrentar a resistência aos ectoparasiticidas exige uma abordagem que vá além da substituição de um produto por outro. É necessário compreender os fatores que favorecem sua ocorrência, acompanhar a eficácia dos tratamentos e adotar medidas que reduzam a dependência exclusiva do controle químico. Klafke *et al.* (2024) ressaltam que a orientação técnica, a vigilância e o manejo integrado são fundamentais para melhorar o controle dos carrapatos e preservar a eficácia dos princípios ativos disponíveis. Considerando esse cenário, o presente capítulo tem como objetivo analisar a resistência de ectoparasitas de animais domésticos aos principais princípios ativos utilizados no controle sanitário, discutindo os mecanismos envolvidos, as evidências epidemiológicas, as implicações para a saúde pública e as estratégias de vigilância e manejo integrado, com ênfase na integração entre saúde animal, humana e ambiental.

REFERENCIAL TEÓRICO

Importância Sanitária dos Ectoparasitas em Animais Domésticos

Os ectoparasitas estão presentes em diferentes sistemas de criação e ambientes domésticos, representando um desafio para a saúde animal devido à capacidade de provocar danos diretos e participar da transmissão de agentes infecciosos. Entre os principais grupos destacam-se os carrapatos, as pulgas,

os ácaros e os dípteros hematófagos, cujas características biológicas e formas de parasitismo determinam diferentes impactos sanitários. Na bovinocultura, *Rhipicephalus microplus* apresenta elevada importância pela ampla distribuição em regiões tropicais e subtropicais, onde as infestações podem comprometer o desempenho produtivo e favorecer a ocorrência de enfermidades transmitidas por carrapatos (Klafke *et al.,* 2024). Na avicultura, *Dermanyssus gallinae* também merece atenção, uma vez que seu hábito hematófago está associado à redução do bem-estar das aves, alterações na produção e prejuízos econômicos (Zhang *et al.,* 2024).

Embora os efeitos das infestações sejam frequentemente associados à produção animal, sua importância se estende aos animais de companhia. Em cães, por exemplo, *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato apresenta ampla distribuição e capacidade de se estabelecer em ambientes próximos às residências, favorecendo a manutenção de infestações quando o controle não é realizado adequadamente (Jongejan *et al.,* 2024). Além dos danos provocados pelo parasitismo, determinadas espécies desse complexo participam da transmissão de agentes patogênicos que afetam cães e, conforme o contexto epidemiológico, podem apresentar relevância para a saúde humana. Essa relação torna o controle dos ectoparasitas uma medida que ultrapassa o tratamento individual dos animais, exigindo atenção às condições ambientais e às possibilidades de reinfestação (Kleinschmidt *et al.,* 2025).

A convivência cada vez mais próxima entre os animais domésticos e os seres humanos amplia a importância do controle parasitário, especialmente diante dos riscos associados à circulação de agentes infecciosos em ambientes compartilhados (Giannelli *et al.,* 2024). Essa proximidade reforça a necessidade de medidas preventivas que considerem não apenas a saúde dos animais, mas também a proteção das pessoas e as condições ambientais. Nesse sentido, Kleinschmidt *et al.* (2025) destacam a importância sanitária dos carrapatos associados aos cães, devido à capacidade de transmitir agentes patogênicos que podem afetar tanto os animais quanto os seres humanos. Dessa forma, a avaliação dos impactos dos ectoparasitas deve ultrapassar os prejuízos clínicos e a intensidade das infestações, considerando também seu potencial de transmissão de patógenos, as condições de exposição e a eficácia das estratégias de prevenção e controle (Giannelli *et al.,* 2024).

Essa diversidade de hospedeiros, ambientes e consequências sanitárias explica a ampla utilização de produtos destinados ao controle químico dos ectoparasitas. Entretanto, embora esses compostos tenham contribuído para reduzir as infestações, sua utilização contínua trouxe novos desafios relacionados à manutenção da eficácia e ao desenvolvimento da resistência (Klafke *et al.,* 2024).

Principais Princípios Ativos Utilizados no Controle dos Ectoparasitas

O controle químico permanece entre as principais estratégias utilizadas contra ectoparasitas de animais domésticos, especialmente pela praticidade de

aplicação e pela disponibilidade de diferentes formulações comerciais. Os produtos empregados pertencem a classes químicas distintas, com mecanismos de ação direcionados principalmente ao sistema nervoso e a outros processos fisiológicos dos artrópodes (Klafke *et al.,* 2024). A escolha do princípio ativo, entretanto, deve considerar a espécie parasitária, o hospedeiro, a formulação, as condições de manejo e o histórico de tratamentos, uma vez que esses fatores influenciam os resultados obtidos no controle sanitário (Jongejan *et al.,* 2024).

Entre os grupos tradicionalmente utilizados destacam-se os piretroides sintéticos, como cipermetrina, deltametrina e permetrina, que atuam sobre os canais de sódio dependentes de voltagem das células nervosas dos artrópodes. Alterações no funcionamento desses canais interferem na transmissão dos impulsos nervosos, levando à paralisia e à morte dos organismos suscetíveis (Kleinschmidt *et al.,* 2025). Apesar de sua ampla utilização, a resistência a esses compostos tem sido identificada em diferentes grupos de ectoparasitas. Em *D. gallinae*, por exemplo, Zhang *et al.* (2024) investigaram a resistência à beta-cipermetrina e demonstraram a participação de mecanismos enzimáticos que contribuem para a sobrevivência de populações resistentes.

Outras classes químicas também desempenham papel importante no controle parasitário, incluindo os organofosforados, como o clorpirifós, e as amidinas, representadas pelo amitraz. O fipronil, pertencente ao grupo dos fenilpirazóis, e a ivermectina, integrante das lactonas macrocíclicas, também são utilizados em diferentes contextos veterinários, conforme as indicações e formulações disponíveis (Siriporn *et al.,* 2023). Entretanto, a exposição prolongada a essas substâncias pode selecionar populações com diferentes níveis de resistência. Puentes *et al.* (2026), ao avaliarem carrapatos bovinos no Recôncavo Baiano, identificaram resistência à cipermetrina, ao clorpirifós, ao amitraz, à ivermectina e ao fipronil, evidenciando que a redução da suscetibilidade pode abranger princípios ativos de diferentes classes químicas.

Diante das limitações observadas em compostos convencionais, novas alternativas têm sido investigadas para ampliar as possibilidades de controle. As isoxazolinas, entre elas o fluralaner, destacam-se por atuarem sobre canais iônicos associados à neurotransmissão dos artrópodes (Rodrigues *et al.,* 2025). Em estudo realizado no Brasil, Rodrigues *et al.* (2025) avaliaram a eficácia do fluralaner contra populações de R. microplus em condições laboratoriais e de campo, observando elevada eficácia e ausência de resistência detectável nas populações analisadas. Embora esses resultados sejam promissores, os autores ressaltam a importância de estabelecer parâmetros laboratoriais que permitam acompanhar possíveis alterações futuras na suscetibilidade ao composto.

Assim, a disponibilidade de diferentes princípios ativos não elimina a necessidade de planejamento dos tratamentos. A escolha inadequada dos produtos e sua utilização repetitiva podem favorecer a seleção de indivíduos resistentes, dificultando progressivamente o controle das infestações. Por essa razão, compreender os mecanismos responsáveis pela resistência é fundamental para interpretar as falhas de eficácia e orientar a utilização racional dos ectoparasiticidas (Meiring; Labuschagne, 2024).

Mecanismos de Desenvolvimento da Resistência aos Ectoparasiticidas

A resistência aos ectoparasiticidas resulta de um processo de seleção no qual indivíduos que apresentam características capazes de reduzir a ação de determinado composto sobrevivem e contribuem para a formação das gerações seguintes. Com a continuidade da exposição, essas características podem se tornar mais frequentes nas populações, comprometendo a eficácia dos tratamentos. Esse processo é influenciado por fatores como frequência das aplicações, concentração dos produtos, características genéticas dos parasitas e condições de manejo (Klafke *et al.,* 2024). A resistência, portanto, não deve ser compreendida como uma adaptação uniforme de todos os indivíduos, mas como uma mudança na composição das populações em resposta à pressão seletiva exercida pelos princípios ativos (Meiring; Labuschagne, 2024).

Entre os mecanismos mais investigados está a resistência relacionada às alterações nos sítios de ação dos ectoparasiticidas. Essas modificações podem reduzir a capacidade de ligação dos compostos às estruturas celulares responsáveis por seus efeitos tóxicos, permitindo a sobrevivência de indivíduos expostos a concentrações normalmente eficazes (Meiring; Labuschagne, 2024). Meiring e Labuschagne (2024), ao analisarem regiões genômicas de R. microplus provenientes de diferentes países, identificaram mutações anteriormente relacionadas à resistência, embora algumas também estivessem presentes em populações suscetíveis. Esse resultado demonstra que a identificação de alterações genéticas, isoladamente, nem sempre é suficiente para confirmar a resistência, sendo necessário relacionar os achados moleculares às respostas observadas nos testes de suscetibilidade.

Nos carrapatos de cães, mecanismos semelhantes têm sido investigados, especialmente em relação aos piretroides sintéticos. Kleinschmidt *et al.* (2025) identificaram mutações no gene responsável pela codificação dos canais de sódio dependentes de voltagem em exemplares de *R. sanguineus* sensu stricto coletados no Rio Grande do Sul. Essas alterações já haviam sido relacionadas à resistência em outros artrópodes e representam informações importantes para compreender a redução da suscetibilidade aos piretroides. Em dípteros hematófagos, Morgan *et al.* (2026) também identificaram mutações potencialmente associadas à resistência à deltametrina e à alfa-cipermetrina em *Haematobia irritans subsp. exigua*, indicando que mecanismos semelhantes podem ocorrer em diferentes grupos de ectoparasitas.

Além das alterações nos sítios de ação, a resistência metabólica constitui outro mecanismo relevante, caracterizado principalmente pela maior capacidade de metabolização ou eliminação das substâncias tóxicas. Entre os sistemas envolvidos destacam-se enzimas como esterases, monooxigenases e glutationa-S-transferases, cuja atividade pode contribuir para reduzir os efeitos dos ectoparasiticidas (Furnival-Adams *et al.,* 2024). Em *D. gallinae*, Zhang *et al.* (2024) identificaram maior expressão de uma carboxilesterase em populações resistentes à beta-cipermetrina, além de demonstrarem que a redução experimental da expressão desse gene

aumentou a suscetibilidade dos ácaros. Esses resultados reforçam a participação dos mecanismos metabólicos na resistência, embora a contribuição de cada sistema possa variar conforme a espécie e o princípio ativo investigado.

No caso da ivermectina, os mecanismos de resistência também envolvem diferentes processos celulares. Furnival-Adams *et al.* (2024), em revisão de escopo, identificaram estudos que relacionaram a menor suscetibilidade à alteração de sítios-alvo, à atividade de enzimas detoxificantes e à expressão de proteínas transportadoras envolvidas no efluxo de substâncias. A diversidade desses mecanismos evidencia que a resistência pode resultar da combinação de diferentes características, tornando mais complexa sua identificação e seu manejo. Além disso, quando uma população apresenta resistência a substâncias de diferentes classes, caracteriza-se um cenário de resistência múltipla, que pode restringir as alternativas de controle disponíveis (Klafke *et al.,* 2024).

A compreensão desses processos é importante não apenas para explicar a redução da eficácia dos tratamentos, mas também para orientar estratégias de vigilância. O reconhecimento das diferenças entre mecanismos genéticos, metabólicos e fenotípicos permite selecionar métodos de avaliação mais adequados e compreender por que determinadas populações apresentam respostas distintas aos mesmos princípios ativos (Meiring; Labuschagne, 2024). Dessa maneira, o estudo da resistência deve estar diretamente relacionado às evidências epidemiológicas observadas nos sistemas de produção e nos ambientes de criação de animais de companhia.

Evidências Epidemiológicas da Resistência em Animais Domésticos

A resistência aos ectoparasiticidas tem sido identificada em diferentes regiões do mundo, especialmente em espécies de importância econômica e sanitária submetidas à utilização frequente de produtos químicos (Meiring; Labuschagne, 2024). No Brasil, Rhipicephalus microplus constitui um dos principais exemplos desse problema, com registros de populações resistentes a diferentes classes de acaricidas em diversas regiões do país (Klafke *et al.,* 2024). A persistência desse cenário está relacionada não apenas às características biológicas do parasito, mas também às práticas adotadas nos sistemas de criação. Nesse sentido, Klafke *et al.* (2024) destacam que o uso inadequado dos princípios ativos, a ausência de planejamento dos tratamentos e a limitada adoção de estratégias integradas dificultam o controle das infestações. Dessa forma, a resistência deve ser compreendida como um problema que envolve tanto os mecanismos de adaptação dos ectoparasitas quanto as condições de manejo e o acesso à orientação técnica.

A extensão desse problema pode ser observada em estudos conduzidos diretamente nas propriedades rurais. No Recôncavo Baiano, Puentes *et al.* (2026) avaliaram populações de *R. microplus* provenientes de 14 propriedades e identificaram resistência a pelo menos três acaricidas em todas as unidades investigadas. Os maiores níveis de resistência foram registrados para clorpirifós,

cipermetrina e ivermectina, enquanto amitraz e fipronil apresentaram menores razões de resistência. Essa variação evidencia que a eficácia dos princípios ativos pode diferir entre populações de uma mesma região, tornando necessária a avaliação da suscetibilidade antes da definição dos protocolos de tratamento (Puentes *et al.,* 2026). Além disso, o monitoramento da resistência permite identificar os compostos que ainda apresentam potencial de utilização, contribuindo para decisões mais adequadas no controle parasitário (Jongejan *et al.,* 2024).

Embora os estudos em bovinos evidenciem a dimensão da resistência, o problema também está presente nos animais de companhia. Na Tailândia, Siriporn *et al.* (2023) investigaram populações de *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato coletadas de cães e identificaram resistência à ivermectina e ao fipronil em parte das amostras avaliadas. Os resultados demonstraram diferenças nas razões de resistência entre as populações, indicando a importância do histórico de exposição aos acaricidas na interpretação dos achados (Siriporn *et al.,* 2023). No Brasil, Jongejan *et al.* (2024) identificaram resistência à permetrina em duas colônias laboratoriais de carrapatos de cães, enquanto todas as colônias avaliadas permaneceram suscetíveis ao fipronil. Essas diferenças reforçam que a resistência não deve ser generalizada para toda uma espécie ou região, sendo necessário considerar as particularidades das populações investigadas e os resultados dos testes de suscetibilidade (Jongejan *et al.,* 2024).

A ocorrência desse fenômeno não se restringe aos carrapatos, sendo também identificada em outros artrópodes de importância veterinária. Em *Dermanyssus gallinae*, Zhang *et al.* (2024) investigaram mecanismos bioquímicos associados à resistência à beta-cipermetrina e identificaram maior expressão de carboxilesterases em populações resistentes, evidenciando a participação de processos metabólicos na redução da suscetibilidade. De maneira semelhante, Morgan *et al.* (2026) identificaram mutações potencialmente relacionadas à resistência aos piretroides sintéticos em *Haematobia irritans subsp. exigua*, além de observarem a recuperação de indivíduos após os efeitos iniciais da exposição aos inseticidas. Esses resultados demonstram que diferentes grupos de ectoparasitas podem apresentar mecanismos específicos de resistência, cuja identificação é importante para compreender a resposta aos produtos utilizados no controle sanitário (Zhang *et al.,* 2024; Morgan *et al.,* 2026).

Apesar dos avanços científicos, a compreensão da distribuição epidemiológica da resistência ainda apresenta limitações, principalmente devido às diferenças entre as populações estudadas, os métodos laboratoriais empregados e as condições de exposição aos princípios ativos. Meiring e Labuschagne (2024) ressaltam que a identificação de alterações genéticas nem sempre corresponde diretamente à resistência fenotípica, o que dificulta a interpretação isolada dos resultados moleculares. Da mesma forma, Jongejan *et al.* (2024) destacam a importância de métodos padronizados para avaliar a intensidade da resistência e contribuir para decisões de manejo. Assim, a integração entre testes laboratoriais, informações epidemiológicas e histórico de utilização dos ectoparasiticidas torna-se fundamental para acompanhar a evolução da resistência, identificar alterações na suscetibilidade e orientar estratégias de controle mais eficazes (Klafke *et al.,* 2024).

Implicações da Resistência aos Ectoparasiticidas para a Saúde Pública

A resistência aos ectoparasiticidas representa uma preocupação que ultrapassa os limites da medicina veterinária, principalmente quando envolve artrópodes capazes de transmitir agentes infecciosos. A redução da eficácia dos tratamentos pode dificultar o controle das infestações e favorecer a permanência de vetores em ambientes compartilhados por animais e seres humanos (Giannelli *et al.,* 2024). Entretanto, a identificação de resistência química não significa, necessariamente, um aumento na transmissão de doenças, uma vez que esse processo também depende da presença de patógenos, da competência vetorial e das condições epidemiológicas locais (Kleinschmidt *et al.,* 2025). Dessa forma, a avaliação das consequências sanitárias da resistência deve considerar não apenas a resposta dos ectoparasitas aos produtos utilizados, mas também as interações entre os animais, os seres humanos e o ambiente (Giannelli *et al.,* 2024).

Entre os ectoparasitas de importância sanitária, os carrapatos associados aos cães merecem atenção pela proximidade desses animais com a população humana. Espécies pertencentes ao complexo *Rhipicephalus sanguineus* podem participar da transmissão de agentes infecciosos que afetam animais e seres humanos, tornando seu controle relevante para a prevenção de enfermidades (Jongejan *et al.,* 2024). Essa preocupação é reforçada pelos resultados de Kleinschmidt *et al.* (2025), que identificaram mutações associadas à resistência aos piretroides sintéticos em carrapatos coletados no Brasil, evidenciando a importância do acompanhamento da suscetibilidade aos produtos utilizados. Nesse contexto, Giannelli *et al.* (2024) destacam que a convivência próxima entre pessoas e animais de companhia exige estratégias preventivas que considerem as condições de exposição e a circulação de parasitas nos ambientes compartilhados.

Além das dificuldades no controle dos vetores, o uso inadequado de ectoparasiticidas constitui outra questão relevante para a saúde pública. Klafke *et al.* (2024) apontam que a aplicação incorreta dos produtos, a ausência de planejamento dos tratamentos e a deficiência de assistência técnica estão entre os principais problemas enfrentados no controle dos carrapatos bovinos no Brasil. Essas práticas podem favorecer a seleção de populações resistentes e contribuir para a repetição de tratamentos com eficácia reduzida (Klafke *et al.,* 2024).

A compreensão dessas questões reforça a importância da abordagem de Saúde Única, que reconhece a relação entre a saúde humana, animal e ambiental. Giannelli *et al.* (2024) destacam a necessidade de ampliar o monitoramento das parasitoses em animais de companhia e fortalecer a integração entre os setores responsáveis pela prevenção de enfermidades. Essa perspectiva também se relaciona à necessidade de aprimorar as estratégias de controle dos ectoparasitas, incluindo a vigilância da resistência e o uso racional dos produtos disponíveis (Klafke *et al.,* 2024). Assim, o enfrentamento da resistência deve integrar ações de prevenção, acompanhamento epidemiológico e orientação sanitária, buscando preservar a eficácia dos tratamentos e contribuir para a proteção da saúde coletiva.

Estratégias de Vigilância da Resistência aos Ectoparasiticidas

O monitoramento da resistência constitui uma ferramenta essencial para orientar o controle dos ectoparasitas, pois permite identificar alterações na suscetibilidade das populações e reconhecer possíveis limitações na eficácia dos princípios ativos utilizados (Klafke *et al.,* 2024). Entre os métodos empregados destacam-se os testes de imersão de adultos, os ensaios com larvas e as avaliações realizadas com diferentes concentrações de acaricidas, que possibilitam investigar a resposta dos parasitas em condições laboratoriais controladas (Jongejan *et al.,* 2024a). Embora esses procedimentos forneçam informações importantes sobre a resistência, seus resultados devem ser interpretados considerando as características das populações avaliadas e as diferenças entre as condições experimentais e aquelas encontradas no campo (Jongejan *et al.,* 2024b). Dessa forma, a utilização de métodos adequados contribui para decisões mais fundamentadas e para a identificação de possíveis falhas no controle parasitário.

Buscando aprimorar esse monitoramento, novas metodologias têm sido desenvolvidas para tornar a identificação da resistência mais rápida e facilitar sua aplicação na rotina sanitária. Jongejan *et al.* (2024b) avaliaram o teste de intensidade de resistência, denominado *Resistance Intensity Test* (RIT), utilizando populações de *Rhipicephalus microplus* provenientes de propriedades rurais do Rio Grande do Sul. O método permite classificar a intensidade da resistência por meio da exposição dos parasitas a diferentes concentrações de acaricidas, fornecendo informações que auxiliam na interpretação da suscetibilidade. Complementando essa abordagem, Jongejan *et al.* (2024a) investigaram o *Rapid Tick Exposure Test* (RaTexT®), que possibilita avaliar carrapatos adultos logo após a coleta, com obtenção de resultados em aproximadamente 24 horas. Essas metodologias representam avanços importantes, pois ampliam as possibilidades de diagnóstico e podem contribuir para a escolha de estratégias de controle mais adequadas.

A aplicação dessas ferramentas também se mostra relevante no acompanhamento da resistência em ectoparasitas de animais de companhia. Ao investigarem populações de *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato, Jongejan *et al.* (2024c) demonstraram que o RaTexT® foi capaz de identificar resistência à permetrina em colônias brasileiras e auxiliar na diferenciação entre resistência parasitária e problemas relacionados à realização dos tratamentos. Essa distinção é fundamental, uma vez que a permanência de carrapatos após a aplicação de determinado produto nem sempre significa que a população desenvolveu resistência (Jongejan *et al.,* 2024c). Assim, a identificação das causas da baixa eficácia permite evitar substituições desnecessárias de princípios ativos e contribui para o planejamento de medidas de controle mais eficientes.

Além dos testes de suscetibilidade, as ferramentas moleculares têm ampliado a compreensão dos mecanismos envolvidos na resistência, especialmente por permitirem investigar alterações genéticas associadas à resposta dos ectoparasitas aos produtos químicos. Meiring e Labuschagne (2024), ao analisarem diferentes regiões genômicas de *R. microplus*, identificaram mutações potencialmente

relacionadas à resistência, mas observaram que nem todos os marcadores apresentavam correspondência consistente com os resultados fenotípicos. Em carrapatos de cães, Kleinschmidt *et al.* (2025) também demonstraram a contribuição das análises moleculares ao identificarem mutações associadas à resistência aos piretroides sintéticos em exemplares coletados no Brasil. Esses achados evidenciam que, embora os métodos genéticos sejam importantes para a vigilância, sua interpretação deve ser acompanhada de avaliações fenotípicas, permitindo uma compreensão mais abrangente da suscetibilidade das populações (Meiring; Labuschagne, 2024).

Entretanto, a vigilância da resistência não deve se restringir aos resultados laboratoriais, sendo necessário considerar também as práticas de manejo e o histórico de utilização dos princípios ativos. Klafke *et al.* (2024) destacam que a ausência de informações sistematizadas, o uso inadequado de acaricidas e a limitada assistência técnica dificultam a implementação de estratégias eficientes de controle. Nesse sentido, a integração entre testes de suscetibilidade e informações obtidas nas propriedades permite compreender melhor os fatores associados à resistência e orientar intervenções de acordo com as necessidades locais (Jongejan *et al.,* 2024b). Dessa maneira, o acompanhamento periódico das populações parasitárias, associado à orientação profissional e ao planejamento dos tratamentos, constitui uma estratégia importante para preservar a eficácia dos ectoparasiticidas e fortalecer as ações de vigilância sanitária (Klafke *et al.,* 2024).

Manejo integrado e perspectivas para o controle sustentável

Diante das limitações do controle exclusivamente químico, o manejo integrado dos ectoparasitas tem sido considerado uma alternativa importante para reduzir a pressão seletiva e preservar a eficácia dos princípios ativos disponíveis (Klafke *et al.,* 2024). Essa abordagem envolve a associação de diferentes medidas de controle, considerando as características biológicas dos parasitas, as condições ambientais e as particularidades dos sistemas de criação. Nesse sentido, Klafke *et al.* (2024) ressaltam que a utilização racional dos acaricidas, associada à orientação técnica e à adoção de práticas integradas, pode contribuir para reduzir as dificuldades relacionadas à resistência de *Rhipicephalus microplus* no Brasil. Assim, o planejamento das intervenções deve considerar não apenas a redução imediata das infestações, mas também a manutenção da eficácia dos tratamentos ao longo do tempo.

Para que essas estratégias sejam efetivas, é necessário compreender que a substituição frequente de produtos nem sempre proporciona melhores resultados. A troca de princípios ativos sem conhecimento da suscetibilidade das populações pode manter a pressão seletiva e dificultar a identificação das causas da baixa eficácia dos tratamentos (Klafke *et al.,* 2024). Essa preocupação é reforçada por Puentes *et al.* (2026), que identificaram resistência múltipla em populações de R. microplus provenientes de propriedades bovinas do Recôncavo Baiano, demonstrando a importância de considerar as características locais na escolha dos acaricidas. De maneira complementar, Jongejan *et al.* (2024) destacam que os

testes de suscetibilidade permitem identificar diferentes intensidades de resistência, fornecendo informações que auxiliam na seleção dos produtos e no planejamento do controle parasitário.

Além do aprimoramento das práticas de manejo, o desenvolvimento de novos compostos representa uma possibilidade de ampliar as alternativas disponíveis para o controle dos ectoparasitas. Entretanto, sua introdução deve ser acompanhada de avaliações periódicas, capazes de identificar possíveis alterações na suscetibilidade das populações (Rodrigues *et al.,* 2025). Ao investigarem a eficácia do fluralaner contra R. microplus em condições laboratoriais e de campo no Brasil, Rodrigues *et al.* (2025) observaram resultados satisfatórios e não identificaram resistência nas populações avaliadas. Esses achados demonstram o potencial das novas moléculas, mas também reforçam a necessidade de estabelecer parâmetros de monitoramento desde o início de sua utilização, evitando práticas que possam favorecer a seleção de indivíduos resistentes.

Nesse cenário, o enfrentamento da resistência depende da integração entre conhecimento científico, orientação profissional e participação dos diferentes setores envolvidos no controle sanitário. Klafke *et al.* (2024) destacam que a assistência técnica, a educação sanitária e o acompanhamento da eficácia dos tratamentos são fundamentais para melhorar o manejo dos ectoparasitas e reduzir a dependência de intervenções exclusivamente químicas. Essa perspectiva se relaciona à abordagem de Saúde Única, na qual a colaboração entre profissionais da saúde animal, humana e ambiental contribui para o desenvolvimento de estratégias preventivas mais abrangentes (Giannelli *et al.,* 2024). Dessa forma, o controle sustentável dos ectoparasitas exige ações contínuas de vigilância, manejo integrado e utilização criteriosa dos princípios ativos, buscando preservar sua eficácia e promover a proteção dos animais, das pessoas e do ambiente (Klafke *et al.,* 2024; Giannelli *et al.,* 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resistência dos ectoparasitas aos princípios ativos utilizados no controle sanitário representa um desafio crescente para a medicina veterinária, comprometendo a eficácia dos tratamentos e dificultando o manejo das infestações em animais domésticos. As evidências científicas analisadas demonstram que esse fenômeno envolve diferentes mecanismos genéticos, metabólicos e fisiológicos, sendo favorecido pelo uso frequente e inadequado dos ectoparasiticidas. Além dos prejuízos à saúde e à produtividade animal, a persistência de artrópodes com potencial vetorial exige atenção às possíveis implicações para a saúde pública. Nesse contexto, destaca-se a atuação do médico-veterinário na identificação de falhas terapêuticas, na escolha adequada dos princípios ativos e na orientação de produtores e tutores, contribuindo para a prevenção da resistência e para a adoção de práticas sanitárias mais seguras e eficazes.

Diante desse cenário, o enfrentamento da resistência exige medidas que ultrapassem a utilização isolada de produtos químicos, priorizando o manejo

integrado, o uso racional dos ectoparasiticidas e a vigilância contínua da suscetibilidade parasitária. Nesse processo, o médico-veterinário desempenha papel fundamental na elaboração de protocolos individualizados, na interpretação de testes laboratoriais, no acompanhamento da eficácia dos tratamentos e na educação sanitária dos responsáveis pelos animais. Entretanto, ainda são necessários estudos que ampliem o conhecimento sobre a distribuição da resistência em diferentes espécies e regiões, especialmente em ectoparasitas de animais de companhia e suas repercussões para a saúde pública. Assim, o fortalecimento da atuação veterinária, associado à pesquisa científica e à integração entre os serviços de vigilância, torna-se essencial para promover estratégias sustentáveis de controle, preservar a eficácia dos princípios ativos e contribuir para a proteção da saúde animal, humana e ambiental, conforme os princípios da Saúde Única.

REFERÊNCIAS

FURNIVAL-ADAMS, J. *et al.* **Ivermectin resistance mechanisms in ectoparasites: a scoping review**. Parasitology Research, v. 123, artigo 221, 2024.

GIANNELLI, A.; SCHNYDER, M.; WRIGHT, I.; CHARLIER, J. **Control of companion animal parasites and impact on One Health.** One Health, v. 18, artigo 100679, 2024.

JONGEJAN, F. *et al.* **A rapid tick exposure test for monitoring acaricide resistance in Rhipicephalus sanguineus sensu lato ticks on dogs**. Parasites & Vectors, v. 17, artigo 406, 2024a.

JONGEJAN, F. *et al.* **RaTexT®: a novel rapid tick exposure test for detecting acaricide resistance in Rhipicephalus microplus ticks in Brazil**. Parasites & Vectors, v. 17, artigo 365, 2024b.

JONGEJAN, F. *et al.* **Resistance intensity test (RIT): a novel bioassay for quantifying the level of acaricide resistance in Rhipicephalus microplus ticks.** Parasites & Vectors, v. 17, artigo 480, 2024c.

KLAFKE, G. M.; GOLO, P. S.; MONTEIRO, C. M. O.; COSTA-JÚNIOR, L. M.; RECK, J. Brazil's battle against Rhipicephalus (Boophilus) microplus ticks: current strategies and future directions. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 33, n. 2, artigo e001423, 2024.

KLEINSCHMIDT, H. *et al.* **First report of VGSC mutations for resistance to synthetic pyrethroids in brown dog ticks (Rhipicephalus sanguineus sensu stricto) from Brazil.** Parasites & Vectors, v. 18, artigo 474, 2025.

MEIRING, C.; LABUSCHAGNE, M. **Genomic assessment of targets implicated in Rhipicephalus microplus acaricide resistance**. PLOS ONE, v. 19, n. 12, artigo e0312074, 2024.

MORGAN, J. A. T. *et al.* Synthetic pyrethroid resistance in Haematobia irritans subsp. exigua (Diptera: Muscidae): knockdown-recovery observed, a new putative resistance-linked mutation detected, and a complete voltage-gated sodium channel gene transcript sequenced. **Journal of Economic Entomology,** v. 119, n. 3, p. 2156–2166, 2026.

PUENTES, J. D. *et al.* High resistance of Rhipicephalus microplus to acaricides in the Recôncavo baiano, state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 35, n. 2, artigo e003026, 2026.

RODRIGUES, D. C. *et al.* **Acaricidal efficacy of fluralaner against Rhipicephalus microplus ticks under laboratory and field conditions in Brazil**. Parasites & Vectors, v. 18, artigo 161, 2025.

SIRIPORN, B.; JUASOOK, A.; NEELAPAIJIT, N.; KAEWTA, P.; WU, Z. **Detection of ivermectin and fipronil resistance in Rhipicephalus sanguineus sensu lato in Maha Sarakham, Thailand.** Veterinary World, v. 16, n. 8, p. 1661–1666, 2023.

ZHANG, X. *et al.* **Identification and biochemical characterization of a carboxylesterase gene associated with β-cypermethrin resistance in Dermanyssus gallinae**. Poultry Science, v. 103, artigo 103612, 2024.