



Ocorrência de resistência a acaricidas do *Rhipicephalus microplus* em municípios brasileiros: uma revisão integrativa

[Occurrence of acaricide resistance in *Rhipicephalus microplus* in brazilian municipalities: an integrative review]

Tarcísio Miguel Teixeira¹ , Léo Mathias Miloca¹ , Kenny Tsuyoshi Sakane¹ , Selma Alves Rodrigues¹ , Pedro Henrique Lima Marchetti¹ , Ranulfo Piau Junior¹ , Carlos Eduardo Ribeiro² , Zilda Cristiani Gazim^{*1} 

1 Universidade Paranaense (Unipar), Umuarama, Paraná, Brasil 

2 Instituto Federal do Paraná (IFPR), Umuarama, Paraná, Brasil 

*autor correspondente: cristianigazim@prof.unipar.br

Recebido: 07 de março de 2025. Aceito: 06 de outubro de 2025. Publicado: 25 de fevereiro de 2026.

Editor: Luiz Augusto B. Brito

Resumo: O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa sobre a resistência do carrapato *Rhipicephalus microplus* a acaricidas sintéticos, com levantamento dos Municípios brasileiros onde foram realizadas as coletas para os testes de resistência. A busca foi conduzida nas bases de dados Biblioteca Virtual em Medicina Veterinária e Zootecnia (BVS-Vet), Google Scholar, Portal de Periódicos da CAPES, Web of Science, Scopus e PubMed, considerando publicações entre 2004 e 2025. Foram selecionados 46 estudos que atenderam aos critérios de inclusão. A análise revelou que a maioria das pesquisas foi conduzida nos Estados do Rio Grande do Sul (69 Municípios), Minas Gerais (66) e Mato Grosso do Sul (40). Nos demais Estados, foram observados poucos ou nenhum registro. O número de Estados, Municípios e publicações encontradas para os piretróides foram 11, 249, 35; organofosforados 11, 145, 28; carbamatos 1, 37, 3; formamidina 12, 178, 27; fenilpirazol 8, 65, 12; lactonas macrocíclicas 8, 27, 16 e benzilureia 6, 15, 10, respectivamente. Considerando que a pecuária está presente em 4.939 Municípios brasileiros, verifica-se que os dados disponíveis sobre resistência ainda são limitados. Esses resultados reforçam a necessidade de implantação de políticas públicas voltadas à elaboração e execução de um plano nacional de combate ao carrapato bovino.

Palavras-chave: biocarrapaticidograma; ectoparasitos; geolocalização; epidemiologia.

Abstract: The objective of this study was to conduct an integrative review on the resistance of the tick *Rhipicephalus microplus* to synthetic acaricides, surveying the Municipalities where collections for resistance testing were carried out. The search was conducted in the Virtual Library of Veterinary Medicine and Animal Science (BVS-Vet), Google Scholar, CAPES Journal Portal, Web of Science, Scopus, and PubMed databases, considering publications between 2004 and 2025. Forty-six studies that met the inclusion criteria were selected. The analysis revealed that most of the research was conducted in the states of Rio Grande do Sul (69 Municipalities), Minas Gerais (66), and Mato Grosso do Sul (40). In the other states, few or no records were observed. The number of states, Municipalities, and publications found for pyrethroids were 11, 249, and 35; organophosphates 11, 145, and 28;

carbamates 1, 37, 3; formamidine 12, 178, 27; phenylpyrazole 8, 65, 12; macrocyclic lactones 8, 27, 16; and benzylurea 6, 15, 10, respectively. Considering that livestock farming is present in 4,939 Brazilian Municipalities, available data on resistance are still limited. These results reinforce the need to implement public policies aimed at developing and implementing a national plan to combat cattle ticks.

Keywords: laboratory tests of acaricides; ectoparasites; geolocation; epidemiology.

1. Introdução

O carrapato-do-boi, além do sofrimento que infringe aos animais, também é responsável por prejuízos econômicos de grande monta. Miloca et al.⁽¹⁾, ao realizar pesquisa regional no Estado do Paraná e extrapolando os dados para o rebanho brasileiro, previu que somente os custos de aquisição dos produtos podem ser de US\$1,733 bilhão. Em estudos conduzidos por Grisi et al.⁽²⁾ investigando os prejuízos nacionais na produção de leite e carne encontrou o valor de U\$ 3,24 bilhões anuais no Brasil.

Por sua vez, o estudo com simulações econométricas realizado por Calvano et al.⁽³⁾, com animais mestiços em três sistemas produção identificou as seguintes diferenças entre rebanho infestado e tratados com carrapaticidas: sistema extensivo diferiu em 6,13 % na produção de carne por hectare; sistema semi-intensivo em 1,22 %; e no sistema intensivo em 3,25 %. Já em estudo realizado na Índia, Singh et al.⁽⁴⁾ constatou que os prejuízos em animais mestiços podem chegar a 65.63 % e nos animais autóctones a 9,73 %. Esses dados justificam-se pela resistência natural que os animais zebuínos desenvolveram em um processo de coevolução com esse ectoparasita⁽⁵⁾.

Considerando os estudos supracitados, que o rebanho brasileiro era de 238.626.442 cabeças em 2023⁽⁶⁾, que a maioria do rebanho brasileiro de corte é criado em sistema extensivo e o preço médio do bezerro em 2024 de R\$ 2.172,60⁽⁷⁾ (escolhido o preço do bezerro para não superestimar os valores), é possível estimar um prejuízo de 31,8 bilhões de reais anuais. Entretanto, faz-se a ressalva da necessidade e aprimorar os estudos sobre os prejuízos que o carrapato-do-boi promove, pois, segundo Vanderstichel,⁽⁸⁾ Jonsson⁽⁹⁾ e Jongejan e Uilenberg⁽¹⁰⁾, as equações econométricas utilizadas para esses estudos não são adequadas, bem como os dados são generalizações muito amplas que podem resultar em dados não confiáveis.

Além dos prejuízos diretos o carrapato também pode ser responsável pela transmissão dos parasitos responsáveis pela Tristeza Parasitária Bovina⁽¹¹⁾, que pode levar à morte animais que não tenham desenvolvido resposta imunológica contra essa enfermidade. Frente a tais prejuízos e da obrigatoriedade em criar os animais em condições de bem-estar, o controle do carrapato do boi é uma atividade constante nas propriedades brasileiras⁽¹²⁾. Entre as opções apresentadas para esse tratamento, as moléculas químicas sintéticas e semissintéticas, são as mais utilizadas⁽¹³⁾. Todavia, esse método enfrenta uma grande dificuldade que é a seleção de populações resistentes após o uso repetitivo na mesma localidade⁽¹⁴⁾.

Os genes responsáveis por proporcionar a resistência aos ingredientes ativos podem ser, no início do processo, pouco frequentes na população. Entretanto, conforme avança o uso do ingrediente ativo, promove-se uma pressão de seleção, ou seja, os indivíduos com resistência serão selecionados e aumentarão paulatinamente, resultando na formação de uma população predominantemente resistente⁽¹⁵⁾. A velocidade de formação da população resistente dependerá de como são aplicados os ingredientes ativos, dos fatores ligados aos genes que proporcionam

a resistência e das características do meio ambiente. No caso dos genes, são determinantes a frequência inicial dos alelos da resistência e o modo de herança do alelo resistente (dominante, co-dominante ou recessivo). Quanto às formas de aplicação, dependerá se foram realizadas nas concentrações adequadas, da qualidade dos fármacos escolhidos, se houve ou não manejo racional das moléculas e a disponibilidade de locais que sirvam de refúgio para as futuras gerações e que não sejam atingidos pelos carrapaticidas ⁽¹⁶⁾. Fator também importante é o trânsito de animais que pode inserir esses indivíduos resistentes em novos ambientes, ampliando o problema e diminuindo as opções de controle ⁽¹⁷⁾.

Por isso, faz-se necessário conhecer detalhadamente o perfil de resistência das populações em relação aos carrapaticidas e promover o uso racional destes para retardar o aparecimento da resistência ⁽¹⁸⁾. O uso dos carrapaticidas, mesmo seguindo as recomendações técnicas das empresas que os produzem, tem o potencial de realizar pressão de seleção e promover a formação de populações resistente. Portanto, o mal-uso desses produtos poderá acelerar e intensificar esse processo constituindo populações multirresistentes. A consequência desse uso intensivo aumenta as possibilidades de contaminação de carne e leite, que, ao serem consumidos, podem promover a intoxicação de seres humanos ocasionando distúrbios neurotóxicos e do sistema endócrino, alergias, tosse e anormalidades da função pulmonar. Esse quadro reforça a demanda por pesquisas e tecnologias que promovam o uso de produtos naturais com menores impactos ambientais e na saúde humana ⁽¹⁹⁾.

Todavia, a seleção de substratos e/ou óleos essenciais com potencial acaricida e o desenvolvimento, a partir destes, de produtos autorizados para comercialização envolvem pesquisas complexas e longas, como também sua obtenção não é simples e faltam testes in vivo, o que tem dificultado o surgimento de produtos comerciais desta natureza ^(20, 21). Convém destacar que, diferentemente dos produtos puramente sintéticos, os de origem vegetal apresentam uma gama muito maior de variabilidade em sua composição e, por esse motivo, é menor a possibilidade de ocorrer a seleção de populações de carrapatos resistentes. Porém essa qualidade positiva dos compostos de origem vegetal exige mais tempo e investimentos para os testes de segurança e padronização de seu uso ⁽²²⁾.

O controle químico é o mais utilizado no combate ao carrapato ⁽²³⁾. Portanto, não se deve descartar a necessidade do uso do controle químico sintético, mas, ao contrário, verifica-se necessário manter os ingredientes ativos viáveis, evitando o processo de exaustão dos mesmos. Entretanto, para essa finalidade, é necessário conhecer a situação de resistência no País e essas informações servirem de base para a elaboração de uma política pública que possa implementar o uso racional dos acaricidas comerciais.

Neste sentido, esta pesquisa propôs realizar um levantamento dos estudos sobre a resistência do carrapato *Rhipicephalus microplus* frente aos acaricidas sintéticos, indicando os Municípios onde os carrapatos foram coletados para a realização dos testes de resistência, como o biocarrapaticidograma, e os seus respectivos Estados.

2. Material e métodos

A proposta metodológica foi realizar uma revisão bibliográfica do tipo integrativa, a qual consiste das seguintes etapas: definir as informações a serem extraídas, realizar a pesquisa bibliográfica, compilar e avaliar os dados, analisar os dados, interpretar e apresentar os resultados ⁽²⁴⁾. Os parâmetros de pesquisa e seleção das informações foram: i. Selecionados somente trabalhos que realizaram os testes de resistência de *R. microplus* aos carrapaticidas: teste de imersão de adultas, teste

de imersão de larvas e teste de pacote de larvas); ii. O surgimento de resistência adotado foi o da Organização Mundial da Saúde (World Health Organization), ou seja, quando a eficiência nos testes foi menor do que 95 % ⁽²⁵⁾; e iii. Selecionados somente trabalhos que identificaram os Municípios onde foram registrados os fenômenos de resistência.

As bases de dados utilizadas foram Biblioteca Virtual em Saúde – Medicina Veterinária e Zootecnia (BVS – VET), Google Academic, o Portal de Periódicos da Capes, Web of Science, Scopus e PubMed. Os descritores utilizados e suas combinações para selecionar os artigos alvo foram: “evaluation” AND “resistance” AND “Pyrethroids” AND “*Rhipicephalus microplus*” AND “Brazil”. Sendo o terceiro descritor alterado em cada pesquisa segundo a lista: Cypermethrin, Deltametrin, Alphametrin, Organophosphorus, Dichlorvos, Vapona, Chlorfenvinphos, Supona, Carbamate, Carbaryl, Amitraz, Formamidine, Fipronil, Phenylpyrazoles, Macrocyclic Lactone, Ivermectin, Abamectin, Doramectin, Eprinomectin, Spinisyn, Fluralaner, Benzoylurea e Isoxazoline e suas versões em português.

Com a aplicação dos descritores selecionaram os artigos que, em seguida, foram submetidos aos critérios de exclusão. Em seguida foram extraídos dos artigos selecionados os dados sobre o fenômeno de resistência, construídas as Tabelas de cada grupo de ingredientes ativos, indicando os Estados, Municípios e respectivos autores. A partir dos dados organizados nas Tabelas, foram gerados nos ambientes Google Earth e Inkscape mapas com cada Estado e os Municípios indicando os fenômenos de resistência segundo os ingredientes ativos (Figuras S1, S2 e S3). Por fim, foi realizada uma análise quantitativa e qualitativa das informações obtidas para determinar se há uma padronização dos estudos realizados no Brasil ou por Estado que permita estabelecer informações epidemiológicas sobre o parasito e métodos de controle mais eficientes.

3. Resultados

Com os descritores foram encontrados 146 artigos e depois da seleção, 46 preencheram os requisitos estabelecidos nos critérios de exclusão. Os resultados foram consolidados e apresentados na forma de Tabelas 1 a 9. As Tabelas 1 a 7 apresentam as classes de acaricidas, os Municípios brasileiros em que foram identificados a resistência, seus respectivos Estados e as referências dos estudos realizados.

Tabela 1. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Piretróides (permetrina, deltametrina e cipermetrina).

Estados	Municípios	Referências	Teste de resistência
BA	Campo Formoso.	Raynal et al. (2018) ⁽²⁶⁾	TIA
	Guanambi, Ibiassucê, Itapetinga, Eunápolis, Amargosa, Conceição do Jacuípe, Feira de Santana, Serrinha, Capim Grosso, Miguel Calmon, Várzea do Poço, Piritiba, Mundo Novo, Morro do Chapéu, Várzea Nova, Jacobina, Jeremoabo, Luiz Eduardo Magalhães e Ribeira do Pombal.	Santana et al. (2015) ⁽²⁷⁾	TIA
	Miguel Calmon.	Raynal et al. (2020) ⁽²⁸⁾	TIA
CE	Pacajus.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TIA
DF	Brasília.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TIA
MG	Araxá, Barbacena, Belo Vale, Bom Jardim de Minas, Bonfim, Cachoeira Paulista**, Campina Verde, Carmo do Cajuru, Congonhal, Cristina, Delfim Moreira, Desterro de Entre Rios, Franca***, Guaraciaba, Ituiutaba, Jequitinhonha, João Pinheiro, Lagoa Dourada, Lagoa Formosa, Lima Duarte, Materlândia, Nanuque, Peçanha, Pompeu, Prados, Rio Pomba, Santa Cruz do Escalvado, Santa Rita do Ibitipoca, Santo Antonio do Grama, São Domingos do Prata, São João Del Rei, São João Evangelista, São Sebastião do Oeste e São Vicente de Minas.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Bocaiúva.	Carneiro et al. (2015) ⁽³¹⁾	TIA
	Funilândia, Moema, Bocaiuva, Prudente de Moraes, Brumadinho, Igarapé e Montes Claros.	Zaldívar et al. (2024) ⁽³²⁾	TIA e TPL
	Guapé, Carmo da Mata, Passa Tempo, Oliveira, Boa Esperança, Bom Sucesso, Nepomuceno, Perdões, Lavras, Ijaci, Itumirim, Ingaí, Itutinga e Nazareno.	Machado et al. (2014) ⁽³³⁾	TIA
	Uberlândia	Domingues (2012) ⁽³⁴⁾	TPL
	Vazante.	Mastrantonio et al. (2022) ⁽³⁵⁾	TIA
	Monte Carmelo.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TPL
	Nova Mutum.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TIA
	Água Clara.	Junior et al. (2022) ⁽³⁶⁾	TIA e <i>In vivo</i>
	Bandeirantes, Camapuã, Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, Rochedo e São Gabriel do Oeste, Anastácio, Aquidauana, Dois Irmãos do Buriti, Porto Murtinho, Bela Vista, Bonito, Caracol, Campo Grande, Jaraguari, Sidrolândia, Terenos, Chapadão do Sul, Costa Rica, Angélica, Dourados, Glória de Dourados, Maracaju, Nova Alvorada do Sul, Ponta Porã, Rio Brillhante, Vicentina, Amambai, Eldorado, Iguatemi, Naviraí, Paranhos, Bataguassu, Nova Andradina, Aparecida do Taboado, Paranaíba, Água Clara, Ribas do Rio Pardo e Três Lagoas.	Gomes et al. (2011) ⁽³⁷⁾	TIA
MS	Campo Grande, Iguatemi, Jaraguari, Nioaque, Ponta Porã, Paranaíba, Anastácio, Dois Irmãos do Buriti, Nova Alvorada do Sul***** e Aparecida do Taboado.	Higa et al. 2016 ⁽²⁹⁾	TIA e TPL
	Campo Grande.	Valsoni et al. (2020) ⁽³⁸⁾	TIA e TIL

PA	Santarém e Mojuí dos Campos.	Sousa et al. (2022) ⁽³⁹⁾	TIA
	Areia e Bananeiras.	Silva et al. (2020) ⁽⁴⁰⁾	TIA e TIL
PB	Gado Bravo, Queimadas, Barra de Santana, Campina Grande, Sousa, Vista Serrana, Pombal, Catingueira, Serra Branca, Marizópolis, S. J. de Piranhas, S. J. R. do Peixe, São Domingos Aparecida, S. J. L. Tapada, Paulista, S. S. Umbuzeiro, Sumé, Aroeiras, Cajazeiras, Patos, Monteiro, Prata, Boqueirão, Soledade e Pocinhos.	Vilela et al. (2020) ⁽⁴¹⁾	TPL e TIL
	Bom Conselho.	Silva et al. (2024) ⁽⁴²⁾	TIA
PE	Garanhuns, Brejão, Terezinha, Bom Conselho, São João, Recife, Camaragibe, Timbaúba, Vitória de Santo Antão, Bezerros, Limoeiro, Ribeirão, Gravatá, Brejo da Madre de Deus.	Santana et al. (2019) ⁽⁴³⁾	TIA
	Medianeira e Santa Tereza D'Oeste.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
PR	Santana do Itararé e Siqueira Campos.	Dolenga et al. (2022) ⁽⁴⁴⁾	TIA e TPL
	Jarú, Ouro Preto do Oeste, Ji-Paraná, Presidente Médici e Rolim de Moura.	Brito et al. (2011) ⁽⁴⁵⁾	TIA
RO	Rolim de Moura.	Gomes et al. (2011) ⁽³⁷⁾	TIA
	Teixeirópolis.	Gasparotto et al. (2020) ⁽⁴⁶⁾	TIA
RS	Alegrete, Caçapava do Sul, Cacequi, Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Encruzilhada do Sul, Faxinal do Soturno, Jari, Júlio de Castilhos, Lavras do Sul, Nova Esperança do Sul, Nova Palma, Paraíso do Sul, Pinhal Grande, Restinga Sêca, Rosário do Sul, Santa Bárbara do Sul, Santa Maria, Santiago, São Francisco de Assis, São Gabriel, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Silveira Martins e Vila Nova do Sul.	Duarte (2021) ⁽⁴⁷⁾	TIA e TPL
	Barra do Quaraí, Uruguaiana, Quaraí, Sant'Ana do Livramento, Rosário do Sul, São Gabriel, Santa Margarida do Sul, Alegrete, Itaqui, Manoel Viana, São Francisco de Assis, Maçambará, São Borja e Garruchos.	Pedrassani, Reisdorfer (2015) ⁽⁴⁸⁾	TIA
	Cacequi, Dilermando de Aguiar, Jari, Júlio de Castilhos, Pinhal Grande, Restinga Seca, Santa Maria, Santiago, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Tupanciretã e Unistalda.	Carneiro et al. (2015) ⁽³¹⁾	TIA
	Eldorado do Sul.	Reck et al. (2014) ⁽⁴⁹⁾	TPL e TIL
	São Jerônimo, São Francisco de Assis, São Borja, Santo Antônio das Missões, Santo Antônio da Patrulha, Santa Maria, Rosário do Sul, Quaraí, Minas do Leão, Lavras do Sul, Gravataí, General Câmara, Encruzilhada do Sul, Eldorado do Sul, Dom Pedrito, Capivari do Sul, Cacequi, Butiá, Arroio dos Ratos, São Leopoldo, Alegrete, Bagé, Barra do Ribeiro, Bossoroca, Cachoeira do Sul, Capão do Cipó, Garruchos, Glorinha, Itaqui, Montenegro, Pântano Grande, Rio Pardo, Salto do Jacuí, Santana do Livramento, Caçapava do Sul, Santana do Livramento, Santiago, São Gabriel, Santo Antônio da Patrulha, São Sepé, Uruguaiana e Vacaria.	Klafke et al. (2017) ⁽⁵⁰⁾	TIA, TPL e TIL

	Alegrete, Arroio Grande, Cacequi, Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Eral Seco, Jóia, Lajeado, Nova Palma, Pântano Grande, Restinga Seca, Rio Pardo, Rosário do Sul, Santa Maria, Santa Rosa, Santiago, Santo Antônio das Missões, São Borja, São Gabriel, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, Toropi e Tupaciretã.	Camillo (2009) ⁽⁵¹⁾	TIA
	Eldorado do Sul, Guaíba e Butiá	Jongejan et al. (2024) ⁽⁵²⁾	TPL e RaTeXT®***
SC	Itaiópolis e Canoinhas.	Santana et al. (2015) ⁽²⁷⁾	TIA
	Bady Bassitt e Iguá.	Ueno et al. (2012) ⁽⁵³⁾	TPL
	Jaboticabal	Higa 2016 et al. ⁽²⁹⁾	TIA
SP	Durandé****, Ouroeste e Potirendaba.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Jacareí.	Torres-Santos et al. (2021) ⁽⁵⁴⁾	TIA
	São José do Rio Pardo e São Paulo.	Moraes et al. (2023) ⁽⁵⁵⁾	<i>In vivo</i>
	São Pedro.	Dolenga (2020) ⁽⁵⁶⁾	TIA

BA: Bahia; ES: Espírito Santo; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PA: Pará; PB: Paraíba; PE: Pernambuco; PR: Paraná; RO: Rondônia; RS: Rio Grande do Sul; SC: Santa Catarina; SP: São Paulo. * Ritópolis foi indicado no ES, mas pertence a MG. ** Cachoeira Paulista foi indicado em MG, mas pertence a SP. *** Franca foi indicado em MG, mas pertence a SP. **** Durandé foi indicado em SP, mas pertence a MG. ***** O trabalho usou o TPL com adaptação e o RaTeXT® (Teste de Exposição Rápida a Carrapatos) é uma nova metodologia que está sendo testada. ***** Nova Alvorada do Sul foi indicada como de MG, mas pertence a MS. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Tabela 2. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Organofosforados (diazinon, dioxation, coumafós, carbofenotion, etion, fosmet, crotoxifós, clorfenvinfós, bromofosetil e clorpirifós).

Estados	Municípios	Referências	Teste de resistência
BA	Campo Formoso.	Torres-Santos et al. (2021) ⁽⁵⁴⁾	TIA
	Ipiaú.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Miguel Calmon.	Raynal et al. (2020) ⁽²⁸⁾	TIA
ES	João Neiva e Ecoporanga.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Montanha.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TPL
	Funilândia, Moema, Bocaiuva, Prudente de Moraes, Brumadinho, Igarapé e Montes Claros.	Zaldívar et al. (2024) ⁽³²⁾	TIA e TPL
	Guapé, Carmo da Mata, Passa Tempo, Oliveira, Boa Esperança, Bom Sucesso, Nepomuceno, Perdões, Lavras, Ijaci, Itumirim, Ingaí, Itutinga e Nazareno.	Daher et al. (2012) ⁽⁶⁷⁾	TIA
MG	Santa Rita do Ibitipoca, Peçanha, Cristina, São João Evangelista, Peçanha, Bonfim, Prados, Barbacena, Carmo do Cajuru, Belo Vale, Jequitinhonha, São Domingos do Prata, São João Del Rei, Cachoeira Paulista* , Congonhal, Lagoa Dourada, Delfim Moreira, Ituiutaba, Santa Rita do Ibitipoca, Rio Pomba, Guaraciaba, Pompeu, São Sebastião do Oeste, Lagoa Formosa, Nanuque e Alpinópolis.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Uberaba.	Santana et al. (2019) ⁽⁴³⁾	TIA
	Uberlândia	Domingues (2012) ⁽³⁴⁾	TPL
	Vazante.	Mastrantonio et al. (2022) ⁽³⁵⁾	TIA
MS	Água Clara.	Junior et al. (2022) ⁽³⁶⁾	TIA e <i>In vivo</i>
	Campo Grande, Nova Alvorada do Sul, Dois Irmãos do Buriti e Aparecida do Taboado.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TIA e TPL.
	Campo Grande.	Valsoni et al. (2020) ⁽³⁸⁾	TIA e TIL

PB	Gado Bravo, Queimadas, Barra de Santana, Pombal, Serra Branca, Marizópolis, São José de Piranhas, São João do Rio do Peixe, São Domingos, Aparecida, São José de Lagoa Tapada, Paulista, São Sebastião do Umbuzeiro, Sumé, Patos, Monteiro, Boqueirão, Soledade e Pocinhos.	Vilela et al. (2020) ⁽⁴¹⁾	TPL e TIL
PE	Bom Conselho.	Silva et al. (2024) ⁽⁴²⁾	TIA
PR	Pinhais e Siqueira Campos.	Dolenga et al. (2020) ⁽⁴⁶⁾	
	Santa Tereza D'Oeste.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Santana do Itararé e Siqueira Campos.	Dolenga et al. (2022) ⁽⁴⁴⁾	TIA e TPL
RJ	Vassouras e Pinheiral.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
RO	Jarú, Ouro Preto do Oeste, Ji-Paraná, Presidente Médici e Rolim de Moura.	Brito et al. (2011) ⁽⁴⁵⁾	TIA
	Rolim de Moura.	Silva et al. (2020) ⁽⁴⁰⁾	TIA e TIL
	Teixeirópolis.	Gasparotto et al. (2020) ⁽⁴⁶⁾	TIA
	Alegrete, Arroio dos Ratos, Bagé, Barra do Ribeiro, Bossoroca, Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Capão do Cipó, Dom Pedrito, Eldorado do Sul, Garruchos, Glorinha, Gravataí, Itaqui, Lavras do Sul, Montenegro, Pantano Grande, Quaraí, Rio Pardo, Rosário do Sul, Salto do Jacuí, Santa Maria, Santana do Livramento, Santiago, Santo Antônio da Patrulha, Santo Antônio das Missões, São Gabriel, São Jerônimo, São Leopoldo, São Sepé, Uruguaiana e Vacaria.	Klafke et al. (2017) ⁽⁵⁰⁾	TIA, TPL e TIL
RS	Cacequi, Dilermando de Aguiar, Jari, Júlio de Castilhos, Pinhal Grande, Restinga Seca, Santa Maria, Santiago, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Tupanciretã e Unistalda.	Machado et al. (2014) ⁽³³⁾	TIA
	Eldorado do Sul.	Reck et al. (2014) ⁽⁴⁹⁾	TPL e TIL
	Alegrete, Arroio Grande, Cacequi, Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Erval Seco, Jóia, Lajeado, Nova Palma, Pântano Grande, Restinga Seca, Rio Pardo, Rosário do Sul, Santa Maria, Santa Rosa, Santiago, Santo Antônio das Missões, São Borja, São Gabriel, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, Toropi e Tupaciretã.	Camillo (2009) ⁽⁵¹⁾	TIA
SP	Bady Bassitt e Ipiranga.	Ueno et al. (2012) ⁽⁵³⁾	TPL
	Durandé e Potirendaba.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	São José do Rio Pardo.	Moraes et al. (2023) ⁽⁵⁵⁾	<i>In vivo</i>

BA: Bahia; ES: Espírito Santo; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PB: Paraíba; PE: Pernambuco; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RO: Rondônia; RS: Rio Grande do Sul; SP: São Paulo. * Cachoeira Paulista foi indicado em MG, mas pertence a SP. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Tabela 3. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Carbamatos (carbaril e promacil).

Estado	Municípios	Referência	Teste de resistência
	Água Clara.	Junior et al. (2022) ⁽³⁶⁾	TIA e <i>In vivo</i>
MS	Bandeirantes, Camapuã, Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, Rochedo e São Gabriel do Oeste, Anastácio, Aquidauana, Dois Irmãos do Buriti, Porto Murtinho, Bela Vista, Bonito, Caracol, Campo Grande, Jaraguari, Sidrolândia, Terenos, Chapadão do Sul, Costa Rica, Angélica, Dourados, Glória de Dourados, Maracaju, Nova Alvorada do Sul, Ponta Porã, Rio Brilhante, Vicentina, Amambai, Eldorado, Iguatemi, Naviraí, Paranhos, Bataguassu, Nova Andradina, Aparecida do Taboado, Paranaíba, Água Clara, Ribas do Rio Pardo e Três Lagoas.	Gomes et al. (2011) ⁽³⁷⁾	TIA
	Campo Grande.	Valsoni et al. (2020) ⁽³⁸⁾	TIA e TIL

MS: Mato Grosso do Sul; PB: Paraíba. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Tabela 4. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Formamidina (amitraz e cimiazol).

Estado	Municípios	Referência	Teste de resistência
	Campo Formoso.	Torres-Santos et al. (2021) ⁽⁵⁴⁾	TIA
BA	Guanambi, Ibiassucê, Itapetinga, Eunápolis, Amargosa, Conceição do Jacuípe, Feira de Santana, Serrinha, Capim Grosso, Miguel Calmon, Várzea do Poço, Piritiba, Mundo Novo, Morro do Chapéu, Várzea Nova, Jacobina, Jeremoabo, Luiz Eduardo Magalhães e Ribeira do Pombal.	Raynal et al. (2018) ⁽²⁶⁾	TIA
	Ipiaú.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Miguel Calmon.	Raynal et al. (2020) ⁽²⁸⁾	TIA
CE	Pacajus	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TIA
ES	João Neiva, Ritápolis* e Ecoporanga.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Montanha.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TPL
MG	Alpinópolis, Araxá, Barbacena, Bom Jardim de Minas, Bonfim, Cachoeira Paulista*, Campina Verde, Candeias, Carmo do Cajuru, Congonhal, Cristina, Delfim Moreira, Desterro de Entre Rios, Franca**, Guaraciaba, Ituiutaba, Jequitinhonha, João Pinheiro, Lagoa Dourada, Lagoa Formosa, Lima Duarte, Materlândia, Nanuque, Peçanha, Pompeu, Prados, Rio Pomba, Santa Cruz do Escalvado, Santa Rita do Ibitipoca, São Domingos do Prata, São João Del Rei, São João Evangelista, São Sebastião do Oeste e São Vicente de Minas.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Bocaiúva.	Carneiro et al. (2015) ⁽³¹⁾	TIA
	Guapé, Carmo da Mata, Passa Tempo, Oliveira, Boa Esperança, Bom Sucesso, Nepomuceno, Perdões, Lavras, Ijaci, Itumirim, Ingaí, Itutinga e Nazareno.	Daher et al. (2012) ⁽⁵⁷⁾	TIA
	Vazante.	Mastrantonio et al. (2022) ⁽³⁵⁾	TIA
	Monte Carmelo	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TPL
	Campo Grande.	Valsoni et al. (2020) ⁽³⁸⁾	TIA e TIL
	***Iguatemi, Campo Grande, Nioaque, Ponta Porã, Jaraguari, Nova Alvorada do Sul, Dois Irmãos do Buriti, Terenos, Vicentina, Bela Vista, Dourados, Rochedo.	Higa et al. (2016) ⁽²⁹⁾	TIA e TPL
PB	Queimadas, Campina Grande, Sousa, Vista Serrana, Pombal, Catingueira, Serra Branca, Marizópolis, São João de Piranhas, São Domingos, Aparecida, São José de Lagoa Tapada, Paulista, São Sebastião do Umbuzeiro, Sumé, Aroeiras, Patos, Monteiro, Soledade e Pocinhos.	Vilela et al. (2020) ⁽⁴¹⁾	TPL e TIL
PE	Bom Conselho.	Silva et al. (2024) ⁽⁴²⁾	TIA
	Garanhuns, Brejão, Terezinha, Bom Conselho, São João, Recife, Camaragibe, Timbaúba, Vitória de Santo Antão, Bezerros, Limoeiro, Ribeirão, Gravatá e Brejo da Madre de Deus.	Santana et al. (2015) ⁽²⁷⁾	TIA
PR	Santa Tereza D'Oeste e Medianeira.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Santana do Itararé, Siqueira Campos.	Dolenga et al. (2022) ⁽⁴⁴⁾	TIA e TPL
RJ	Pinheiral e Vassouras.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
RN	Mossoró.	Coelho et al. (2013) ⁽⁵⁸⁾	TIA
RO	Jarú, Ouro Preto do Oeste, Ji-Paraná, Presidente Médici e Rolim de Moura.	Brito et al. (2011) ⁽⁴⁵⁾	TIA
	Rolim de Moura.	Silva et al. (2020) ⁽⁴⁰⁾	TIA e TIL
	Teixeirópolis.	Gasparotto et al. (2020) ⁽⁴⁶⁾	TIA

RS	Alegrete, Arroio dos Ratos, Bagé, Barra do Ribeiro, Bossoroca, Butiá, Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Capão do Cipó, Capivari do Sul, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Garruchos, General Câmara, Glorinha, Gravataí, Itaqui, Lavras do Sul, Minas do Leão, Montenegro, Pântano Grande, Quaraí, Rio Pardo, Rosário do Sul, Salto do Jacuí, Santa Maria, Santana do Livramento, Santiago, Santo Antônio da Patrulha, Santo Antônio das Missões, São Gabriel, São Jerônimo, São Leopoldo, São Sepé, Uruguaiana e Vacaria.	Klafke et al. (2017) ⁽⁵⁰⁾	TIA, TPL e TIL
	Cacequi, Dilermando de Aguiar, Jari, Júlio de Castilhos, Pinhal Grande, Restinga Seca, Santa Maria, Santiago, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Tupanciretã e Unistalda.	Machado et al. (2014) ⁽³³⁾	TIA
SP	Eldorado do Sul	Reck et al. (2014) ⁽⁴⁹⁾	TPL e TIL
	Bady Bassitt e Ipiranga.	Ueno et al. (2012) ⁽⁵³⁾	TPL
	Durandé e Potirendaba.	Marchesini et al. (2020) ⁽³⁰⁾	TIA e TPL
	Jacareí, e Lorena.	Mendes et al. (2013) ⁽⁵⁹⁾	TIL
	São José do Rio Pardo.	Maciel et al. (2015) ⁽⁶⁰⁾	In vivo e TIA

BA: Bahia; ES: Espírito Santo; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PB: Paraíba; PE: Pernambuco; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RN: Rio Grande do Norte; RO: Rondônia; RS: Rio Grande do Sul; SP: São Paulo. * Ritópolis foi indicado no ES, mas pertence a MG. ** Franca foi indicado em MG, mas pertence a SP. *** Foram realizados testes com concentrações distintas. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Tabela 5. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Fenilpirazol (Fipronil).

Estado	Municípios	Referência	Teste de resistência
GO	Jataí	Salvador et al. (2025) ⁽⁶¹⁾	<i>In vivo</i>
MG	Formiga	Salvador et al. (2025) ⁽⁶¹⁾	<i>In vivo</i>
MS	Aquidauana.	Lopes et al. (2017) ⁽⁶²⁾	<i>In vivo</i>
PB	Gado Bravo, Queimadas, Barra de Santana, Campina Grande, Sousa, Vista Serrana, Pombal, Catingueira, Marizópolis, São João do Rio do Peixe, São Domingos, Aparecida, São José da Lagoa Tapada, São Sebastião do Umbuzeiro, Sumé, Aroeiras, Cajazeiras, Patos, Monteiro, Prata, Soledade e Pocinhos.	Vilela et al. (2020) ⁽⁴¹⁾	TPL e TIL
PR	Umuarama.	Gomes et al. (2015) ⁽⁶³⁾	<i>In vivo</i>
RO	Rolim de Moura.	Silva et al. (2020) ⁽⁴⁰⁾	TIA e TIL
RS	Alegrete, Bagé, Barra do Ribeiro, Bossoroca, Butiá, Caçapava do Sul, Cacequi, Cachoeira do Sul, Capão do Cipó, Capivari do Sul, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Garruchos, Glorinha, Itaqui, Montenegro, Pântano Grande, Rio Pardo, Rosário do Sul, Salto do Jacuí, Santa Maria, Santana do Livramento, Santiago, Santo Antônio da Patrulha, Santo Antônio das Missões, São Borja, São Gabriel, São Leopoldo, São Sepé, Uruguaiana e Vacaria.	Klafke et al. (2017) ⁽⁵⁰⁾	TIA, TPL e TIL
SP	Águas da Prata.	Gomes et al. (2015) ⁽⁶³⁾	<i>In vivo</i>
	Guaratinguetá, Atibaia, Castilho, Murutinga do Sul.	Torres-Santos et al. (2021) ⁽⁵⁴⁾	TIA
	São José do Rio Pardo.	Lopes et al. (2017) ⁽⁶²⁾ Salvador et al. (2025) ⁽⁶¹⁾	<i>In vivo</i>
	São Pedro.	Duarte et al. (2021) ⁽³⁵⁾	TIA e TPL

MS: Mato Grosso do Sul; PB: Paraíba; PR: Paraná; RO: Rondônia; RS: Rio Grande do Sul; SP: São Paulo. * Os resultados apresentados são dos testes a campo, mas o trabalho também realizou os testes TIA, TIL e TPL. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Tabela 6. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Lactonas Macroclínicas (abamectina, doramectina, eprinomectina, ivermectina, milbemectina e moxidectina).

Estado	Municípios	Referência	Teste de resistência
CE	Barro e Várzea Alegre.	Ferreira et al. (2023) ⁽⁶⁴⁾	TIL
	Barro e Várzea Alegre	Ferreira et al. (2022) ⁽⁶⁵⁾	TIL
GO	Jataí e Acreúna.	Maciel et al. (2016) ⁽⁶⁶⁾	<i>in vivo</i>
	Jataí	Salvador et al. (2025) ⁽⁶¹⁾	<i>in vivo</i>
MG	Bocaiúva.	Cameiro et al. (2015) ⁽³¹⁾	TIA
	Formiga, Candeias, Córrego Fundo, Pains, Arcos, Divinópolis e Uberlândia.	Cruz et al. (2015) ⁽⁶⁷⁾	<i>in vivo</i>
	Formiga	Salvador et al. (2025) ⁽⁶¹⁾	<i>in vivo</i>
MS	Campo Grande.	Valsoni et al. (2020) ⁽³⁸⁾	TIA e TIL
PB	São João do Rio do Peixe e Sousa.	Ferreira et al. (2023) ⁽⁶⁴⁾	TIL
	São João do Rio do Peixe e Sousa.	Ferreira et al. (2022) ⁽⁶⁵⁾	TIL
PR	Tapejara, Umuarama e Icaraíma.	Cruz et al. (2015) ⁽⁶⁷⁾	<i>in vivo</i>
RS	Alegrete.	Vargas et al. (2003) ⁽⁶⁸⁾	TIA, TPL e TIL
	Eldorado do Sul.	Reck et al. (2014) ⁽⁴⁹⁾	TPL e TIL
SP	Espírito Santo do Pinhal, São João da Boa Vista e Tambaú.	Maciel et al. (2016) ⁽⁶⁶⁾	<i>in vivo</i>
	Vargem Grande do Sul, São João da Boa Vista e Itirapuã.	Cruz et al. (2015) ⁽⁶⁷⁾	<i>in vivo</i>
	São João da Boa Vista e São José do Rio Pardo	Salvador et al. (2025) ⁽⁶¹⁾	<i>in vivo</i>

CE: Ceará; GO: Goiás; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PB: Paraíba; RS: Rio Grande do Sul; SP: São Paulo. * Os resultados apresentados são dos testes a campo, mas o trabalho também realizou os testes TIA, TIL TPL. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Tabela 7. Municípios e Estados brasileiros com registros da presença de *Rhipicephalus microplus* resistentes à Benzilureia (fluazuron).

Estado	Municípios	Referência	Teste de resistência
GO	Caçu.	Cruz et al. (2018) ⁽⁶⁹⁾	<i>in vivo</i>
	Jataí e Acreúna.	Maciel et al. (2016) ⁽⁶⁶⁾	<i>in vivo</i>
MG	Arcos.	Maciel et al. (2016) ⁽⁶⁶⁾	<i>in vivo</i>
	Formiga.	Cruz et al. (2018) ⁽⁶⁹⁾	<i>in vivo</i>
MS	Campo Grande.	Valsoni et al. (2020) ⁽³⁸⁾	TIA e TIL
	Terenos e Jaraguari.	Maciel et al. (2016) ⁽⁶⁶⁾	<i>in vivo</i>
PR	Umuarama.	Gomes et al. (2015) ⁽⁶³⁾	<i>in vivo</i>
RS	Eldorado do Sul.	Reck (2014) ⁽³⁷⁾	TIA, TPL e TIL
	Águas da Prata.	Gomes et al. (2015) ⁽⁶³⁾	<i>in vivo</i>
SP	Espírito Santo do Pinhal, São João da Boa Vista e Tambaú e Gastão Vidgal.	Maciel et al. (2016) ⁽⁶⁶⁾	<i>in vivo</i>

GO: Goiás; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PR: Paraná; RS: Rio Grande do Sul; SP: São Paulo. TIA: Teste de imersão de adulto (biocarrapaticidograma); TPL: Teste de pacote de larvas; TIL: Teste de imersão de larvas.

Na Tabela 8 encontra-se discriminados o número de Municípios brasileiros, bem como o número de estudos realizados em cada classe de acaricidas em que foram detectadas resistência.

Tabela 8. Estados, quantidade de Municípios e de estudos da resistência do *Rhipicephalus microplus* realizados com cada acaricida.

Estados	P		O		C		Fo		Fe		L		B	
	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
BA	20	3	3	3			21	4						
CE	1	1					1	1			2	2		
DF	1	1												
ES			3	2			4	2						
GO									1	1	2	1	3	2
MG	56	7	46	6			49	5	1	1	8	3	2	2
MS	40	4	5	3	39	3	12	2	1	1	1	1	3	2

PA	2	1							
PB	27	2	19	1	20	1	23	1	2 2
PE	14	2	1	1	14	2			
PR	4	2	5	3	4	2	1	1	3 1 1 1
RJ			2	1	2	1			
RN					1	1			
RO	6	3	6	3	6	3	1	1	
RS	68	7	51	4	48	3	31	1	2 2 1 1
SC	2	1							
SP	10	6	5	3	7	4	7	4	6 3 5 2

P: Piretróides; O: Organofosforados; C: Carbamatos; Fo: Formamidina; Fe: Fenilpirazole; L: Lactonas; B: Benzilureia; M: Município; R: Referência; BA: Bahia; CE: Ceará; ES: Espírito Santo; GO: Goiás; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PA: Pará; PB: Paraíba; PE: Pernambuco; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RN: Rio Grande do Norte; RO: Rondônia; RS: Rio Grande do Sul; SC: Santa Catarina; e SP: São Paulo.

A Tabela 9 sintetiza o total de estudos (46) em que foi detectado a resistência em 268 Municípios brasileiros.

Tabela 9. Número de Municípios brasileiros e referências por Estado em que foram relatadas populações de *Rhipicephalus microplus* resistente aos acaricidas sintéticos, número de cabeças por Estado e percentual em relação ao rebanho nacional.

Estados	Municípios	Referências	Efetivo dos rebanhos ⁽⁷⁰⁾	Relação ao rebanho nacional
RS	69	10	12.012.219,00	5,11%
MG	64	13	22.498.415,00	9,58%
MS	40	6	18.891.916,00	8,04%
PB	29	4	1.412.480,00	0,60%
SP	22	14	10.768.360,00	4,59%
BA	21	5	13.290.719,00	5,66%
PE	14	3	2.456.213,00	1,05%
PR	8	5	8.774.410,00	3,74%
RO	6	4	18.162.632,00	7,73%
ES	4	2	2.179.082,00	0,93%
CE	3	3	2.772.173,00	1,18%
GO	3	3	23.729.878,00	10,10%
PA	2	1	25.040.621,00	10,66%
RJ	2	1	2.765.715,00	1,18%
SC	2	1	4.540.794,00	1,93%
DF	1	1	85.544,00	0,04%
MT	1	1	34.246.313,00	14,58%
RN	1	1	1.173.351,00	0,50%
Total	268	47*	234.851.536,00	100%

BA: Bahia; CE: Ceará; ES: Espírito Santo; GO: Goiás; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul; PA: Pará; PB: Paraíba; PE: Pernambuco; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RN: Rio Grande do Norte; RO: Rondônia; RS: Rio Grande do Sul; SC: Santa Catarina; e SP: São Paulo. * Esse valor não coincide com a soma dos valores da coluna, pois há estudos que abrangeram mais de um Município.

4. Discussão

Ao consolidar os dados (Tabelas 8 e 9), constatou-se que as pesquisas de resistência foram realizadas com material de 18 Unidades Federativas, em um total de 27 Unidades Federativas (Figs. S1; S2 e S3). Quanto aos Municípios, o IBGE ⁽⁷⁰⁾ apontou que 4939 realizam pecuária bovina, mas os artigos analisados apontam 292 Municípios, ou seja, 5,92 % realizaram algum levantamento sobre o status de resistência do carrapato bovino. Importante destacar que os dados não indicam maior incidência do parasito nos Estados, mas sim que nestes foram realizados estudos sobre a resistência. Como também o valor de 292 não engloba outros levantamentos de resistência que possam ter sido realizados, mas não foram publicados em artigos.

No Estado do Rio Grande do Sul (RS) foram encontrados 10 estudos e identificados 69 Municípios com resistência (Tab. 9 e Fig. S2). Este resultado representa 13,88 % do total de 497 Municípios que compõe o Estado. Esse número de estudos de resistência detectada no Estado do Rio Grande do Sul deve-se à implantação de Políticas Públicas com apoio de instituições de ensino e pesquisa que desenvolvem trabalhos com testes de resistência aos carrapaticidas ⁽⁷¹⁾. Ademais, o Rio Grande do Sul conta com o curso de pós-graduação (nível mestrado e doutorado) na Universidade Federal de Santa Maria, com área de concentração em Patologia e Patologia Clínica Veterinária e Sanidade e Reprodução Animal ⁽⁷²⁾ e também com o Instituto de Pesquisa Veterinárias Desiderio Finamor com programa de mestrado em saúde animal ⁽⁷³⁾.

Em Minas Gerais foram realizados 13 estudos e identificados 64 Municípios com resistência (Tab. 9 e Fig. S.1). Este número de Municípios representa 7,50 % dos Municípios que compõe o Estado. Esses estudos de resistência do carrapato-bovino em Minas Gerais, provavelmente, são devido à presença da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Leite).

No Estado do Mato Grosso do Sul (MS) foram realizados 6 estudos, que identificaram resistência em 40 Municípios, que representa 49,37 % dos 79 do Estado (Tab. 9 e Fig. S1). No caso do Mato Grosso do Sul o número de estudos deve-se, provavelmente, à presença da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) e, como é um Estado com número menor de Municípios, resulta em um elevado percentual das localidades estudadas. Destaca-se que no caso da Embrapa, há testes de resistência realizados em suas unidades no território brasileiro, como Embrapa Pecuária Sul ⁽⁷⁴⁾, Embrapa Rondônia ⁽⁷⁵⁾ e outras já citadas no trabalho que poderiam fornecer muitos dados para estudos similares a esse. Todavia, os dados desses testes de resistência não são disponibilizados.

No Estado da Paraíba, foram encontrados 4 estudos sobre 29 Municípios, representando 13,00 % do total. Nos Estados de São Paulo e Bahia foram 22 e 21 respectivamente (Tab.9 e Fig. S1). Quanto aos demais Estados, os números de Municípios não foram representativos em relação ao total (Tab. 9 e Figs. S2 e S3). Demonstrando a necessidade de um aprimoramento em nível nacional para realização e registro de mais estudos sobre o fenômeno da resistência do carrapato bovino.

Ressalta-se o fato de 9 Unidades Federativas não apresentarem levantamentos da situação de resistência em seus territórios por meio de publicações científicas, fato que reforça a constatação que falta no país um estudo sistemático do ectoparasito e da sua resistência às moléculas químicas aqui estudadas.

Os dados levantados indicam que as pesquisas mais amplas foram realizadas pelas unidades da Embrapa: Gado de Corte (MS), Gado de Leite (MG), e Embrapa Pecuária Sudeste (SP) (Fig. S1), pois essa instituição possui estrutura e pesquisadores para tais estudos e recebem material de produtores que desejam conhecer o perfil de resistência das populações de parasitos em seus rebanhos. Essa informação indica que a Embrapa pode ser a instituição para estabelecer um projeto nacional para o estudo sistemático do perfil de resistência às moléculas dos carrapaticidas e elaborar as estratégias de manejo racional para diminuir os efeitos do fenômeno da resistência. Estudos sistêmicos também poderiam ser realizados por instituições estaduais e em parceria com as universidades que realizam pesquisas sobre esse parasito.

O Rio Grande do Sul, Estado que abrangeu o maior número de Municípios estudados, teve os estudos concentrados nas regiões central e oeste do Estado (Fig. S1). Provavelmente devido às pesquisas realizadas pelas instituições públicas do Estado. Na região Centro-Oeste, o Estado do Mato Grosso do Sul apresentou estudos de resistência na maior parte dos Municípios e com uma distribuição por todo o território estadual. Sendo que a hipótese para a maior amplitude de estudos é a presença da Embrapa Gado de Corte.

Dentre os seis Estados com os maiores valores de produção leiteira (MG, PR, RS, SC, GO e SP) ⁽⁷⁶⁾, somente o Estado do Rio Grande do Sul, nas regiões Central e Oeste, realizou levantamento de resistência em número de Municípios (69 em um total de 497) que representa quase a totalidade de Municípios da região centro-oeste. Convém lembrar que, na maioria das vezes, o gado leiteiro é de origem europeia (Holandês, Jersey e Pardo Suíço) e os animais dessa origem são os mais suscetíveis ao ectoparasito. Portanto, faz-se necessário que nesses Estados o número de estudos e a sua sistematização fossem o suficiente para uma compreensão epidemiológica do fenômeno de resistência ^(77, 78).

Os dados apresentados nesse estudo demonstram que o Estado do Rio Grande do Sul é uma região com grande incidência de resistência do carrapato-do-boi aos carrapaticidas. Entretanto, é importante observar que os Estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e parte da região sul (SC e PR) apresentam um clima que é mais favorável ao desenvolvimento do parasito ⁽⁷⁹⁾, todavia, não são registrados casos de resistência, provavelmente, devido à falta de estudos sobre o fenômeno da resistência.

A região Nordeste, que apesar de ter temperaturas favoráveis ao carrapato, apresenta baixa umidade, que diminui a capacidade reprodutiva quando em fase de vida livre ^(80, 81). Na região Norte o clima é bastante favorável ao desenvolvimento do carrapato-do-boi ⁽⁸²⁾, entretanto, é possível que pelo fato desses Estados atuarem em criação de gado zebuino (Nelore, Tabapuã e Brahman), o parasito não tenha sido um problema tão grande ^(83, 84).

Frente aos estudos aqui sistematizados, conclui-se que o carrapato bovino é um parasito complexo a ser combatido. Sua capacidade reprodutiva e ampla resistência ao controle químico exige dos produtores rurais e assistentes técnicos que desenvolvam estratégias de controle específicas para cada rebanho ou situação. Todavia, o desenvolvimento dessas estratégias exige um conhecimento pormenorizado do status de resistência da população de parasito que se busca controlar, ou seja, o controle efetivo exige que sejam realizados testes de resistência de forma sistemática no rebanho. Todavia, não há no Brasil ou Estados alguma determinação estatal que condicione a realização desses testes de resistência e essa falta de estudos fragiliza a capacidade de decisão de produtores e técnicos, o que leva a maior constância de aplicações de carrapaticidas.

Essas aplicações com intervalos e concentração não recomendadas são responsáveis por intensificar a pressão de seleção sobre as populações do parasito, aumentando o número de indivíduos resistentes e, quando essa má-prática é realizada com diversos produtos, têm-se o fenômeno da múltipla resistência^(33, 36, 41, 44, 50). Por fim, as aplicações multiplicar-se-ão e essa prática acaba por expor os trabalhadores, consumidores e meio ambiente a maiores possibilidades de contaminações. Portanto, é importante programar um estudo sistêmico no país para racionalizar o uso de carrapaticidas enquanto são desenvolvidos métodos que evitem o uso de moléculas químicas.

Segundo Abbas et al.⁽⁴⁾, a aplicação prolongada de um único acaricida resultará na fixação de alelo que proporciona a resistência, todavia, a rotação de ingredientes ativos foi capaz de evitar o surgimento de resistência. Entretanto, essa técnica necessita ser aplicada de forma sistêmica em todo o território nacional para evitar que parasitos com alelos de resistência em grande proporção espalhem-se por meio do comércio entre propriedades ou contatos de vizinhança. O que reforça a importância de uma sistemática de geolocalização das fontes de resistência e que também sirva para orientar as rotações de ingredientes ativos nas propriedades.

Os dados sistematizados de geolocalização da ocorrência de cepas resistentes podem ser utilizados para tratamentos preventivos ao deslocar gado aos locais que não tenham o fenômeno da resistência. Na África, a observação de fazendas comerciais que atuavam de forma mais rígida quanto à circulação de animais infestados, permitiu constatar uma diminuição no fenômeno da resistência⁽⁸⁵⁾.

Os estudos sistematizados geolocalizados propiciarão maior fonte de dados para comparar os resultados a campo e *in vitro*, que servirá para aprimorar os algoritmos que relacionam os testes em laboratório com os resultados em campo e para definir as melhores formas de aplicação dos produtos^(86, 61).

Nos estudos não há uma sistemática de distribuição dos Municípios que permita estabelecer uma padronização do parasitismo e do fenômeno de resistência. Segundo o Dicionário de Epidemiologia de Oxford⁽⁸⁶⁾, é essencial que o estudo de controle da doença elucide suas determinantes e distribuição. Para Sobral e Souza-Santos⁽⁷⁹⁾, o estudo de distribuição espacial é ferramenta essencial para traçar estratégias de combate às enfermidades e, com certeza, esta técnica pode ser aplicada aos casos da medicina veterinária. A este problema, soma-se a falta de informações entre os produtores sobre o controle de ixodídeos e ausência de métodos alternativos de controle⁽⁸⁰⁾.

O trabalho de sistematização dos estudos sobre resistência deve ser constante, pois o perfil de resistência pode apresentar variações no espaço e no tempo. Além disso, as características genéticas do parasito, do gado, o sistema de manejo, a composição do produto comercial utilizado, o intercâmbio de gado entre diferentes regiões irá promover essa dinâmica nas características da resistência. Sugere-se que seja elaborado um projeto em rede com uma plataforma na internet onde possam ser inseridos os dados de levantamentos de resistência, juntamente com os dados que influenciam no comportamento das populações do parasito, como por exemplo, regime de chuvas, temperaturas, insolação, entre outras. Essa plataforma, onde serão inseridos os dados, deve ter a capacidade de processamento de dados geolocalizados, apresentando como produto mapas do perfil do parasitismo por região e no país como um todo.

Segundo o estudo de Higa et al. ⁽²⁹⁾, no Estado do Mato Grosso do Sul, Município de Campo Grande, foram recolhidas amostras que apresentaram resistência aos organofosforados e outros sem resistência. Fato que reforça uma das propostas desse artigo, que é a necessidade de geolocalizar por propriedade o fenômeno de resistência encontrada, incluindo os dados ambientais e do hospedeiro para melhor entender o desenvolvimento do parasitismo e como combatê-lo.

Destaca-se que já existem softwares capazes de realizar esse processamento de informações geolocalizadas (SPRING-INPE ⁽⁸⁸⁾ e GEODA ⁽⁸⁹⁾) e ainda há a possibilidade do uso de ferramentas de inteligência artificial (Machine Learning ⁽⁹⁰⁾) para realizar cruzamento de informações e estabelecer padrões que sobre as características do ambiente, do hospedeiro e do parasito. Com essas informações ampliam-se a possibilidade de elaborar novos planos de manejo com melhor administração do uso de moléculas químicas.

Outro aspecto observado nesta revisão foi que não há uma padronização de metodologia para coleta dos parasitos e amparo legal para coletas obrigatórias nas propriedades. Portanto, os pesquisadores ficam restritos às produções de unidades de pesquisa ou de produtores que concordem em participar espontaneamente do estudo. Salvador et al. ⁽⁶¹⁾, verificaram que há inconsistências entre os testes laboratoriais e os testes de campo, especialmente para produtos à base de cipermetrina e clorpirifós e lactonas macrocíclicas. Anterior a esse estudo, Santos et al. ⁽⁸⁷⁾, constataram que os testes pacote com larvas, imersão larval e imersão em seringa para o Amitraz, não chegaram a resultados com similaridade suficientes para afirmar serem, estatisticamente equivalentes ao fenômeno no campo.

Entretanto, com estudos sistematizados e geolocalizados do fenômeno de resistência, é possível estabelecer uma melhor relação preditiva entre a capacidade de controle de carrapaticidas testados em laboratório e que realmente será obtido a campo. Por fim, Jongejan et al. ⁽⁶²⁾ destacam que é necessário desenvolverem testes mais rápidos para poder ser realizar um estudo mais amplo de rebanhos infestados, entretanto, esses novos testes também precisam ser padronizados por meio de estudos de comparação em maior escala.

5. Conclusão

Frente à situação atual, quatro conclusões são possíveis a partir dos dados encontrados: i. a múltipla resistência mostra-se inevitável e, provavelmente, vai ocorrer com novas moléculas; ii. faltam dados geolocalizados; iii. São necessários mais estudos para que os testes em laboratório reflitam com mais precisão a realidade da resistência a campo; v. não há apresentação de um plano nacional para controle do *R. microplus*. Essas constatações reforçam a necessidade de uma instituição federal assumir a coordenação e em conjunto com entidades estaduais, planejem e apliquem um plano para confrontar o parasito e suas consequências. Por fim, conclui-se que a sistematização e disponibilidade das informações sobre o fenômeno de resistência, por meio dos testes de resistência padronizados em comparação a dados de experimentos de campo, pode subsidiar os profissionais de medicina veterinária ao receitar os carrapaticidas e as empresas fabricantes em suas pesquisas sobre dosagem e combinação de produtos.

Material suplementar (Disponível apenas na versão online: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/81941>)

Resumo Gráfico.

Figura S1. Mapa de ocorrência da Resistência de *Rhipicephalus microplus* aos acaricidas sintéticos nos Estados do Rio Grande do Sul (1A), Minas Gerais (1B); Mato Grosso do Sul (1C); Paraíba (1D); São Paulo (1E); Bahia (1F), Brasil.
Figura S2. Ocorrência da Resistência de *Rhipicephalus microplus* aos acaricidas sintéticos nos Estados Pernambuco (2A), Paraná (2B); Rondônia (2C); Espírito Santo (2D); Ceará (2E); Goiás (2F), Brasil.
Figura S3. Ocorrência da Resistência de *Rhipicephalus microplus* aos acaricidas sintéticos nos Estados Pará (3A), Rio de Janeiro (3B); Santa Catarina (3C); Distrito Federal (3D); Mao Grosso (3E); Rio Grande do Nortes (3F), Brasil.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto completo de dados que suporta os resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceitualização: Teixeira, T. M., Gazim, Z. C., Ribeiro, C. E.; Investigação: Teixeira, T. M., Gazim, Z. C., Miloca, L. M., Junior, R. P., Marchetti, P. H. L., Ribeiro, C. E.; Metodologia: Gazim, Z. C., Teixeira, T. M., Miloca, L. M., Sakane, K. T., Rodrigues, S. A., Marchetti, P. H. L., Junior, R. P., Ribeiro, C. E.; Redação: Teixeira, T. M., Gazim, Z. C., Miloca, L. M., Junior, R. P., Ribeiro, C. E.; Validação: Rizzo, H., Melo, E. O. L.; Administração do projeto: Teixeira, T. M., Gazim, Z. C.

Declaração de uso de IA generativa

Os autores não utilizaram ferramentas ou tecnologias de inteligência artificial generativa na criação ou edição de qualquer parte deste manuscrito.

Referências

1. Miloca LM, Teixeira TM, Machado MA, Gazim ZC. Pesquisa de mercado de carrapaticidas comerciais para tratamento de bovinos nos municípios de Perobal, Umuarama e Xambrê – Paraná, Brasil. Informe GEPEC. 2024;28(2):516-36. doi: <https://doi.org/10.48075/igepec.v24i2>
2. Grisi L, Leite RC, Martins JR, Barros ATM, Andreotti R, Cançado PHD, et al. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. Rev Bras Parasitol Vet. 2014;23(2):150-6. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>
3. Calvano MPCA, Brumatti RC, Barros JC, Garcia MV, Martins KR, Andreotti R. Bioeconomic simulation of *Rhipicephalus microplus* infestation in different beef cattle production systems in the Brazilian Cerrado. Agric Syst. 2021;194:103247. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103247>
4. Singh K, Kumar S, Sharma AK, Jacob SS, Verma MR, Singh NK, et al. Economic impact of predominant ticks and tick-borne diseases on Indian dairy production systems. Exp Parasitol. 2022;243:108408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2022.108408>
5. Moraes PGS, Silva MCA, Gonçalves MF, Ambrósio A, Fagundes NS, Nascimento MRBM. A influência da coevolução bovinos/carrapatos nos métodos de controle e ambiência na bovinocultura. PUBVET. 2013;7(9):1534. doi: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v7n9.1534>
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bovinos (bois e vacas): tamanho do rebanho – 2023. Brasília: IBGE; 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>
7. Formigoni I. Preço do boi gordo, bezerro, milho e soja: média anual entre 2018 e 2024. FarmNews; 2025 [citado 2025 maio 2]. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br>
8. Vanderstichel R, Dohoo I, Sanchez J, Sithole F, Keefe G, Stryhn H. Predicting the effect of anthelmintic treatment on milk production of dairy cattle in Canada using an Ostertagia ostertagi ELISA. Prev Vet Med. 2013;111(1-2):63-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.04.001>
9. Jonsson NN. The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle. Vet Parasitol. 2006;137(1-2):1-10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.01.010>
10. Jongejan F, Uilenberg G. The global importance of ticks. Parasitology. 2004;129(Suppl 1):S3-14. doi: <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>
11. Brito LG, Silva Neto FG, Oliveira MCS, Barbieri FS. Bioecologia, importância médico-veterinária e controle de carrapatos, com ênfase no carrapato dos bovinos *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Porto Velho: Embrapa Rondônia; 2006. 24 p.
12. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008. Diário Oficial da União; 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>
13. Dedavid e Silva LA. Vaccination against *Rhipicephalus microplus*: an alternative to chemical control? Cienc Rural. 2024;54(3):e20230161. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20230161>
14. Andreotti R, Garcia MV, Koller WW. Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. Brasília: Embrapa; 2019.
15. Rodriguez-Vivas RI, Trees AJ, Rosado-Aguilar JA, Villegas-Perez SL, Hodgkinson JE. Evolution of acaricide resistance in field populations of *Rhipicephalus microplus*. Int J Parasitol. 2011;41(8):895-903. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2011.03.012>

16. Bardosh K, Waiswa C, Welburn S. Conflict of interest: use of pyrethroids and amidines against tsetse and ticks in zoonotic sleeping sickness endemic areas of Uganda. *Parasites Vectors*. 2013;6:204. doi: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-204>
17. Koller WW. Resistência dos carrapatos aos acaricidas. In: Andreotti R, Garcia MV, Koller WW, editores. Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. Brasília: Embrapa; 2019. p. 149-60.
18. Abbas RZ, Zaman MA, Colwell DD, Gilleard J, Iqbal Z. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management. *Vet Parasitol*. 2014;203(1-2):6-20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.03.006>
19. Medeiros JP, Bortollucci WC, Silva ES, Oliveira HLM, Gonçalves JE, Junior RP, et al. Biocidal potential of *Eugenia pyriformis* essential oil against *Rhipicephalus microplus*. *Pesq Vet Bras*. 2019;39(11):879-88. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6434>
20. Quadros DG, Johnson TL, Whitney TR, Oliver JD, Chávez ASO. Plant-derived natural compounds for tick pest control. *Insects*. 2020;11(8):490. doi: <https://doi.org/10.3390/insects11080490>
21. Santos FCC, Vogel FSF, Roll VFB, Monteiro SG. In vitro effect of plant extracts on *Rhipicephalus microplus*. *Cienc Anim Bras*. 2013;14(1):113-9. doi: <https://doi.org/10.5216/cab.v14i1.19393>
22. Koul O. Neem: a global perspective. In: Koul O, Wahab S, editors. *Neem: today and in the new millennium*. Dordrecht: Springer; 2004. p. 1-19. doi: https://doi.org/10.1007/1-4020-2596-3_1
23. Andreotti R, Gomes A, Malavazi-Piza KC, Sasaki SD, Sampaio CAM, Tanaka AS. BmTI antigens induce a bovine protective immune response. *Int Immunopharmacol*. 2002;2(4):557-63. doi: [https://doi.org/10.1016/S1567-5769\(01\)00203-X](https://doi.org/10.1016/S1567-5769(01)00203-X)
24. Russell CL. An overview of the integrative research review. *Prog Transplant*. 2005;15(1):8-13. doi: <https://doi.org/10.1177/152692480501500102>
25. World Health Organization. Resistance of malaria parasites to drugs. WHO Tech Rep Ser. 1965;296:29.
26. Raynal JT, Borges AA, Bastos BL, Bahiense TC, Meyer R, Portela RW. Avaliação da eficiência de acaricidas na Bahia. *PUBVET*. 2018;12:1-8. doi: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n9a163>
27. Santana BB, Ramos RAN, Faustino MAG, Alves LC, Carvalho GA. Evaluation of cypermethrin and amitraz efficacy. *Arq Inst Biol*. 2015;82:1-4. doi: <https://doi.org/10.1590/1808-1657001202013>
28. Raynal JT, Bastos BL, Silva MC, Bahiense TC, Meyer R, Portela RW. Acaricide efficacy over five years. *PUBVET*. 2020;14(4):1-3. doi: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n4a546>
29. Higa LOS, Garcia MV, Barros JC, Koller WW, Andreotti R. Resistance of *Rhipicephalus microplus* to acaricides. *Rev Bras Parasitol Vet*. 2016;25(2):163-71. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016026>
30. Marchesini P, Novato TP, Cardoso SJ, Prata MCA, Nascimento RM, Klafke G, et al. Acaricidal activity of cinnamaldehyde and α -bisabolol. *Vet Parasitol*. 2020;286:109226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109226>
31. Carneiro JC, Costa EGL, Vasconcelos VO, Oliveira NJF, Duarte ER. Diagnóstico do controle de acaricidas. *Acta Sci Vet*. 2015;43:1-10
32. Zaldivar MF, Bastianetto E, Pereira Filho AA, Rodrigues DS, Martins Júnior VS, Morais-Costa F, et al. Acaricide effect of plants from the Brazilian savanna. *Vet Parasitol*. 2024;331:110281. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2024.110281>
33. Machado FA, Pivoto FL, Ferreira MST, Gregorio FV, Vogel FSF, Sangioni LA. Multiresistant *Rhipicephalus microplus*. *Rev Bras Parasitol Vet*. 2014;23:337-42. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014063>
34. Domingues LN, Brasil BSAF, Bello ACPP, Cunha AP, Barros TM, Leite RC, et al. Survey of resistance in Brazilian ticks. *Vet Parasitol*. 2012;189:327-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.04.031>
35. Mastrantonio EC, Pereira DA, Caixeta PCMM, Maia MB. Eficiência de acaricidas comerciais. *Vet Not*. 2022;1-10.
36. Junior PB, Barros JC, Maciel WG, Garcia MV, Higa LOS, Andreotti R. Control strategies and economic evaluation. *Acta Parasitol*. 2022;67(4):1564-72. doi: <https://doi.org/10.1007/s11686-022-00611-8>
37. Gomes A, Koller WW, Barros ATM. Suscetibilidade a carrapaticidas. *Cienc Rural*. 2011;41:1447-52. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000105>
38. Valsoni LM, Freitas MG, Echeverria JT, Borges DGL, Tutija J, Borges FA. Resistance to all chemical groups. *Int J Acarol*. 2020;46(4):276-80. doi: <https://doi.org/10.1080/01647954.2020.1765867>
39. Sousa ABB, Bianchi D, Santos EM, Dias SR, Peleja PL, Santos RR, et al. First description of acaricide resistance in the lower Amazon. *Animals*. 2022;12(21):2931. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12212931>

40. Silva R, Santos MPA, Figueiredo MAP. Avaliação comparativa in vitro da sensibilidade a acaricidas. *Ars Vet.* 2020;36(3):163-8. doi: <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2020v36n3p163-168>
41. Vilela VLR, Feitosa TF, Bezerra RA, Klafke GM, Riet-Correa F. Multiple acaricide-resistant ticks. *Ticks Tick Borne Dis.* 2020;11(4):101413. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101413>
42. Silva EHA, Brito RS, Santos AJ, Silva Junior EB, Siqueira IVM, Xavier CMO, et al. Performance of synthetic acaricides and essential oil. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2024;76:1-6. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-13160>
43. Santana LF, Carvalho Júnior RA, Moreira ÉFA, Rodrigues EA, Parreira Filho JM, Freitas BBB, et al. Regional study of acaricides. *Innov Sci Technol J.* 2019:51-5.
44. Dolenga CJR, Anjos A, Barbosa VH, Yoshitani UY, Castilho PLSP, Miyakawa VI, et al. Acaricidal effect of major compounds. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2022;31(2):e006022. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612022028>
45. Brito LG, Barbieri FS, Rocha RB, Oliveira MC, Ribeiro ES. Evaluation of acaricide efficacy in dairy herds. *Vet Med Int.* 2011;2011:806093. doi: <https://doi.org/10.4061/2011/806093>
46. Gasparotto PHG, Santos CAF, Dantas Filho JV, Ferraz RCS, Silva FRC, Daudt C. Resistance of *Rhipicephalus microplus* in Rondônia. *Acta Vet Bras.* 2020;14(2). doi: <https://doi.org/10.21708/avb.2020.14.2.9123>
47. Duarte FC, Roma Junior LC, Santos ML, Fiorini LC, Mendes MC. Influence of extension activities on tick control. *Arq Inst Biol.* 2021;88:1-9. doi: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000482020>
48. Pedrassani D, Reisdorfer S. Avaliação da eficácia in vitro de carrapaticidas. *Arch Vet Sci.* 2015;20:17-29. doi: <https://doi.org/10.5380/avs.v20i2.37195>
49. Reck J, Klafke GM, Webster A, Dall'Agnol B, Scheffer R, Souza UA, et al. First report of fluazuron resistance. *Vet Parasitol.* 2014;201(1-2):128-36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.012>
50. Klafke G, Webster A, Dall'Agnol B, Pradel E, Silva J, La Canal LH, et al. Multiple resistance to acaricides. *Ticks Tick Borne Dis.* 2017;8(1):73-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.09.019>
51. Camillo G, Vogel FSF, Sangioni LA, Cadore GC, Ferrari R. Eficiência in vitro de acaricidas. *Cienc Rural.* 2009;39:490-5. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008005000082>
52. Jongejan F, Berger L, Reck J, Ferreira PT, Jesus MS, Scott FB, et al. RaTexT®: a rapid tick exposure test. *Parasites Vectors.* 2024;17:365. doi: <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06448-6>
53. Ueno TEH, Mendes EEB, Pomaro SHK, Lima CKP, Guilloux AGA, Mendes MC. Sensitivity profile of ticks to acaricides. *Arq Inst Biol.* 2012;79:177-83
54. Torres-Santos PT, Farias IF, Passos GS, Almeida MD, Horta MC. Avaliação in vitro da resistência. *Vet Zootec.* 2021;28:1-9. doi: <https://doi.org/10.35172/rvz.2021.v28.550>
55. Moraes N, Nicaretta JE, Rodrigues DC, Gonzaga BCF, Barrozo MM, Vale FL, et al. Comparison of acaricide application methods. *Ticks Tick Borne Dis.* 2023;14(4):102190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2023.102190>
56. Dolenga CJR, Anjos A, Yoshitani UY, Molento MB. Análise in vitro da resistência a acaricidas. In: Melchior LAK, Silva Malavazi PFN, Camargo LMA, et al., editores. *Atualidades em medicina tropical no Brasil*. Rio Branco: Stricto Sensu; 2020. p. 65-79.
57. Daher DO, Bertolucci AV, Lopes E, Guimarães AM, Rocha CMBM. Fatores associados à resistência. *Rev Verde Agroecol Desenvolv Sustent.* 2012;7(1):102-15.
58. Coelho WAC, Pereira JS, Fonseca ZAAS, Andre WPP, Bessa EN, Paiva KAR, et al. Resistência à cipermetrina e amitraz. *Acta Vet Bras.* 2013;7(3):229-32.
59. Mendes EC, Mendes MC, Sato ME. Diagnosis of amitraz resistance. *Exp Appl Acarol.* 2013;61:357-69. doi: <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9697-3>
60. Maciel WG, Lopes WDZ, Cruz BC, Gomes LV, Teixeira WF, Buzzulini C, et al. Effectiveness of amitraz after ten years. *Vet Parasitol.* 2015;214(3-4):233-41. <https://doi.org/doi:10.1016/j.vetpar.2015.10.024>
61. Salvador VF, Morais IML, Leal LLLL, Tamiozo GL, Chagas HDF, Silva IS, et al. Resistance of *Rhipicephalus microplus* in tropical climates. *Vet Parasitol.* 2025;336:110441. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2025.110441>
62. Lopes WDZ, Chiummo RM, Vettorato LF, Rodrigues DC, Sonada RB. Effectiveness of fipronil + fluazuron. *Parasitol Int.* 2017;66(5):627-34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.05.005>
63. Gomes LVC, Lopes WDZ, Cruz BC, Teixeira WF, Felippelli G, Maciel WG, et al. Acaricidal effects of fluazuron and ivermectin. *Exp Parasitol.* 2015;153:22-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2015.02.004>
64. Ferreira LC, Lima EF, Silva ALP, Feitosa TF, Klafke GM, Vilela VLR. Effect of cyclosporin A on toxicity of macrocyclic lactones. *Ticks Tick Borne Dis.* 2023;14(2):102113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.102113>

65. Ferreira LC, Lima EF, Silva ALP, Oliveira CSM, Filho GMS, Sousa LC, et al. Cross-resistance between macrocyclic lactones. *Exp Appl Acarol.* 2022;87(1):109-17. doi: <https://doi.org/10.1007/s10493-022-00730-x>
66. Maciel WG, Lopes WZ, Gomes LVC, Cruz BC, Felippelli G, Santos IBD, et al. Susceptibility to fluazuron and novaluron + eprinomectin. *Prev Vet Med.* 2016;135:74-86. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.10.019>
67. Cruz BC, Lopes WZ, Maciel WG, Felippelli G, Fávero FC, Teixeira WFP, et al. Susceptibility to ivermectin. *Vet Parasitol.* 2015;207(3-4):309-17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.12.012>
68. Vargas MS, Céspedes NS, Sánchez HF, Martins JR, Céspedes CO. Avaliação in vitro de cepa resistente ao amitraz. *Cienc Rural.* 2003;33(4):737-42. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000400024>
69. Cruz BC, Gomes LVC, Maciel WG, Felippelli G, Santos IBD, Cruvinel LB, et al. In vivo effect of diflubenzuron. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2018;27:545-54. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-296120180084>
70. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal: tabelas 2022. Brasília: IBGE; 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>
71. Skieresinski J. Secretaria da Agricultura lança vídeo sobre controle de carrapatos. Porto Alegre: SEAPI; 2018 [citado 2025 jun 25]. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br>
72. Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Santa Maria: UFSM; 2025 [citado 2025 jun 25]. Disponível em: <https://www.ufsm.br>
73. Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor. Pesquisadores. Eldorado do Sul: IPVDF; 2025 [citado 2025 jun 25]. Disponível em: <http://www.ipvdf.rs.gov.br>
74. Gomes CCG. O carrapato-do-boi e o manejo da resistência aos carrapaticidas. Comunicado Técnico nº 70. Bagé: Embrapa Pecuária Sul; 2009.
75. Brito LG. Como realizar a coleta e o envio de carrapatos para o teste de eficácia. Bagé: Embrapa; 2006.
76. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de leite: valor da produção – 2023. Brasília: IBGE; 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>
77. Gomes CCG. Instruções para coleta e envio de material para teste de sensibilidade. Bagé: Embrapa Pecuária Sul; 2010.
78. Valotto AA. Melhoramento genético em bovinocultura de leite. Curitiba: SENAR-PR; 2018. 108 p.
79. Sobral A, Souza-Santos R. Importância do geoprocessamento nas análises em saúde. Salvador: UFBA; 2021. Disponível em: <https://nehma.ufba.br>
80. Santana BB, Ramos RAN, Santana MA, Alves LC, Carvalho GA. Susceptibility of *Rhipicephalus microplus* to pyrethroids. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2013;22(2):1-5. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000200047>
81. Souza MI, Soares GSL, Conceição AI, Silva JCR, Dantas AFM, Cajueiro JFP, et al. Diseases with neurological manifestations in cattle. *Cienc Anim Bras.* 2023;24(1):e76190. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-76190E>
82. Furlong J, editor. Carrapato: problemas e soluções. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 2005. 65 p.
83. Lorenz C, Virginio F, Lima GC, organizadores. Viver no futuro: ainda tem clima para isso? São Paulo: Ed. dos Autores; 2021.
84. Siqueira F, Blecha IMZ, Cardoso FF. Variabilidade genética da resistência bovina ao carrapato. In: Andreotti R, Garcia MV, Koller WW, editores. Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. Brasília: Embrapa; 2019. p. 225-40.
85. Van Dalen EMSP, Jansen Van Rensburg C. Competitive displacement and acaricide resistance. *Exp Appl Acarol.* 2024;92:135-49. doi: <https://doi.org/10.1007/s10493-023-00871-7>
86. Porta M, editor. A dictionary of epidemiology. 6th ed. Oxford: Oxford University Press; 2014. 343 p.
87. Santos TR, Klafke GM, Pappen FG, Nizoli LQ, Biegelmeyer P, Farias NAR. Comparison of larval bioassays. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2013;22(4):495-501. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000400008>
- Bras Parasitol Vet. 2013;22(4):495-501. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000400008>
88. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. SPRING: sistema de processamento de informações georreferenciadas. São José dos Campos: INPE; 2023 [citado 2025 out 2]. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br>
89. Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: an introduction to spatial data science. 2025 [citado 2025 out 2]. Disponível em: <https://geodacenter.github.io>
90. Wiens J, Shenoy ES. Machine learning for healthcare epidemiology. *Clin Infect Dis.* 2018;66(1):149-53.